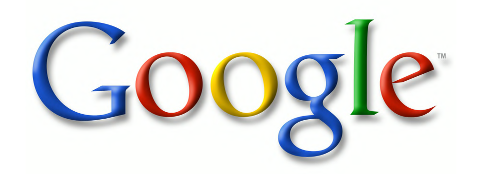



3 3433 06639944 9


Gas — Fixtures, fittings, etc.
S ΠD


VOL

Gas – Fixtures, fittings, etc.

$ 170



Theoretisch-praktisches Handbuch

der

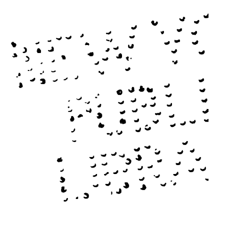
Gas-Installation.

Von

D. Coglievina

Ingenieur.

Mit 70 Abbildungen.





Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1889.

Theoretisch-praktisches Handbuch

der

Gas-Installation.

Von

D. Coglievina

Ingenieur.

Mit 70 Abbildungen.



Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1889.



Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

Wenn, wie wohl schlechtweg nicht zu leugnen, die Gasindustrie in den zwei letzten Decennien trotz, ja vielleicht gerade in Folge der gleichzeitigen Ausbildung der Elektrotechnik einen vordem kaum geahnten Aufschwung erfahren, so muß die Ursache dieser erfreulichen Erscheinung einerseits in den seitherigen zahlreichen Fortschritten auf dem Gebiete der Fabrikation des Leuchtgases, andererseits nicht minder aber auch in der progressiven Vervollkommnung der zur rationellen Ausnützung desselben als Licht-, Wärme- und Kraftquelle dienlichen Vorrichtungen erblickt werden. Ebenso wenig vermag man sich indeß der Einsicht zu verschließen, daß die Gas-Installationstechnik, jener dritte Factor, der doch naturgemäß berufen erscheint, die Ergebnisse der fortschreitenden Arbeit auf den beiden zuerst genannten Gebieten untereinander zweckdienlich zu verbinden, während des besagten Zeitraumes so gut wie völlig stationär geblieben ist, und dies meiner Ansicht nach vornehmlich aus dem Grunde, weil den betreffenden Gewerbetreibenden niemals Gelegenheit geboten wurde, noch wird, sich jenes fachliche Wissen anzueignen, welches nach dem heutigen Stande der Gastechnik wohl unstreitig erforderlich ist.

Aber noch mehr. Neben den soeben gedachten Gewerbetreibenden, welchen allerdings jede fachliche Schulbildung abgeht, immerhin jedoch neben der in Folge einer mehrjährigen gewerbsmäßigen Ausbildung erlangten manuellen Fertigkeit wenigstens noch eine gewisse praktische Erfahrung zur Seite steht, haben sich im Laufe der Jahre angesichts der zunehmenden Ausbreitung der Gasindustrie auf den in Rede stehenden Geschäftszweig eine Menge kleiner Unternehmer verlegt, die bis dahin noch nach durchaus anderer Richtung hin thätig, ohne auch nur die primitivsten fachlichen Kenntnisse sich vorerst erworben zu haben, lediglich auf Grund eines unschwer erbrachten Nachweises der gesetzlich vorgeschriebenen »praktischen Befähigung« gewissermaßen über Nacht Gas-Installateure wurden und nunmehr vorzugsweise mittelst einer nicht zu rechtfertigenden Herabsetzung der Preise das einmal betretene Feld zu behaupten wissen, dadurch die Sicherheit des Lebens und des Eigenthums gefährdend und jede wirklich reelle Industrie mehr und mehr untergrabend.

Im Hinblicke auf diese sowohl im öffentlichen, wie auch im Interesse des bauenden Publicums überaus beklagenswerthen Verhältnisse und in fernerer Erwägung des Umstandes, daß es dermalen noch an einem Werke mangelt, welches die Begründung der wesentlichsten Bedingungen für die rationelle Herstellung einer Anlage behufs Ausnützung des Leuchtgases in gedrängter Kürze und thunlichst leicht faßlicher Darstellung enthielte, habe ich das vorliegende Handbuch verfaßt.

Auf der Grundlage jener Studien aufgebaut, welche ich vor zwölf Jahren an der hiesigen k. k. technischen Hochschule absolvirte; die Summe jenes fachmännischen Wissens wiedergebend, das ich mir während einer darauf gefolgten fünf-

jährigen constructiven Wirksamkeit im Dienste einer großen Fabrik für Gasapparate erworben und erweitert durch jene Erfahrungen, die ich mir im Laufe einer mehrjährigen publicistischen Thätigkeit angesammelt, welche es mir zur unabweisbaren Pflicht gemacht, die jeweilig auftauchenden gastechnischen Neuerungen aller Art sorgfältig auf ihren wahren Werth zu prüfen; unterstützt durch das wohlwollende Entgegenkommen einer zielbewußten und opfermuthigen Verlags-Buchhandlung: enthält dieses Handbuch, wie ich hoffe, nicht mehr, aber auch nicht weniger, als gerade nur diejenigen theoretischen Ergebnisse und praktischen Folgerungen, deren Kenntniß meiner Ueberzeugung nach dem Gas-Installateur unumgänglich nöthig ist, damit derselbe bewußter Weise die jeweilig an ihn gestellte Aufgabe zweckentsprechend zu lösen vermag.

Sollte es mir vergönnt sein, diese meine Ueberzeugung auch seitens der Fachgenossen dahin getheilt zu wissen, daß es mir gelungen, mich dem innerhalb der angedeuteten Grenzen mir vorschwebenden Ziele, dessen Erreichung bisher von keiner Seite auch nur versucht wurde, wenigstens genähert zu haben, so würde ich den schönsten Lohn für meine Arbeit in dem Bewußtsein finden, durch dieselbe die Kenntniß der rationellen Gas-Installationstechnik in Kreise getragen zu haben, welche derzeit noch zumeist einem lediglich auf überliefertem Empirismus beruhenden Gewerbe obliegen.

D. Coglievina.

Inhalt.

Erster Abschnitt. Die Aufgabe des Gas-Installateurs.

Zweiter Abschnitt. Die Grundlagen der Gas-Installation.

Dritter Abschnitt. Das Gas als Lichtquelle.

Vierter Abschnitt. Das Gas als Wärmequelle.

Fünfter Abschnitt. Das Gas als Kraftquelle.

Sechster Abschnitt. Größenverhältnisse der Anlage.

Siebenter Abschnitt. Oekonomie und Sicherheit des Betriebes.

Verzeichniß der Abbildungen.

Erster Abschnitt.

Die Aufgabe des Gas-Installateurs.

I.

Gesetzliche Bestimmungen.

Ob ein fester Leuchtstoff (Wachs, Talg, Stearin, Paraffin, Walrath), in eine zweckdienliche Form — Kerze — gebracht, zur Verbrennung gelangt; ob ferner ein flüssiger Leuchtstoff (Rüböl, Olivenöl, Petroleum) in einer demselben angepaßten Vorrichtung — Lampe — verbrennt; ob endlich ein gasförmiger Leuchtstoff (Kohlengas, Holzgas, Oelgas) bei seinem Austritte aus einem hierzu geeigneten Objecte — Brenner — in die freie Atmosphäre angezündet wird: in allen diesen Fällen haben wir es stets mit einem und dem nämlichen chemischen Processe zu thun. Es scheidet sich nämlich unter der unmittelbaren Einwirkung der äußerlich hinzutretenden Wärme eines bereits zur Entzündung gelangten Körpers (etwa eines Zündhölzchens) der Kohlenstoff der jeweilig zur Verbrennung gebrachten Substanz aus dieser aus; derselbe wird hierauf in Folge der durch den gleichzeitig aus dieser letzteren sich entwickelnden und zu Wasser verbrennen-

den Wasserstoff erzeugten hohen Hitze in glühenden Zustand versetzt und verbrennt schließlich unter dem Einflusse des in genügender Menge hinzutretenden Sauerstoffs der äußeren Luft zu Kohlensäure, bei ungenügendem Luftzuflusse aber zu Kohlenoxyd.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen drei Beleuchtungsarten ist demnach innerhalb des betreffenden Verbrennungsprocesses selbst nicht zu erblicken, denn in allen diesen Fällen stellt das Endergebniß dieses Processes — die Flamme — immer wieder die unter Wärme- und Lichtentwickelung vor sich gehende chemische Verbindung eines brennbaren Gases mit dem Sauerstoffe der Luft und die gleichzeitige Ausscheidung eines festen, des Erglühens fähigen Stoffes dar. Das charakteristische Merkmal der festen und der flüssigen Leuchtstoffe einer- im Gegensatze zu demjenigen der gasförmigen Leuchtstoffe andererseits liegt vielmehr lediglich in der mit Rücksicht auf Zeit und Ort durchaus verschiedenen Art der Entwickelung des besagten brennbaren und leuchtenden Gases aus dem jeweilig hierzu verwendeten Rohmateriale.

Während nämlich in der Kerze und ebenso in der Lampe die Bildung jenes Brenngases im Momente der Verbrennung selbst und während der ganzen Dauer dieser letzteren vor sich geht, mithin von dem Orte seiner beabsichtigten Verwendung nicht getrennt werden kann, muß der gasförmige Leuchtstoff vorerst aus der betreffenden Rohsubstanz (Kohle, Holz, Oel) auf künstlichem Wege gewonnen, hierauf von den ihm noch beigemengten schädlichen oder lästigen Bestandtheilen gereinigt, in besonderen Behältern aufgespeichert und schließlich von hier aus durch eine Rohrleitung zu seiner Verwendungsstelle gebracht werden.

Die Kerze und die Lampe einer- und das Gaswerk, hinsichtlich all' seiner complicirten Betriebseinrichtungen (Kohlenlager, Retortenhaus, Reiniger, Gasometer, Rohrleitung) als Ganzes aufgefaßt, andererseits, sind also vom Standpunkte des Chemikers durchaus gleichwerthige Begriffe, so daß der Ausspruch des berühmten französischen Gelehrten Dumas vollkommen gerechtfertigt erscheint, der da lautet: »Hätte man von Anfang an das Gas gehabt, so würde der Erfinder der ersten Kerze als der geniale Kopf gefeiert worden sein, dem es gelungen ist, den Mechanismus der Gasanstalten in den Raum eines Fingerhutes zu concentriren.«

Ganz anders stellt sich dem entgegen die Sache unter dem Gesichtspunkte dar, welchen hierbei der Beleuchtungs-Techniker festzuhalten hat. Denn während die Kerze an und für sich, nicht minder aber auch die mit Leuchtstoff und Docht versehene Lampe, ohneweiters ihrer naturgemäßen Benützung übergeben wird, kann — wie soeben angedeutet — das einmal gewonnene Leuchtgas nur dann in der beabsichtigten zweckdienlichen Weise zur Verbrennung gebracht werden, wenn es an die betreffende Verwendungsstelle auf dem Wege eines genau dimensionirten und richtig gelegten Rohrnetzes, zudem unter vollkommen bestimmten Druckverhältnissen zu dem seiner jeweiligen Beschaffenheit entsprechenden Brenner gelangt.

Demgemäß besteht die Aufgabe des Gasbeleuchtungs-Technikers im weiteren Sinne des Wortes in der zweckmäßigen Verbindung des zu beleuchtenden Ortes mit dem gegebenen Gaswerke durch ein der voraussichtlich erforderlichen Gasmenge entsprechend dimensionirtes Rohrnetz.

Was nun die Durchführung der mit der Lösung dieser Aufgabe im Zusammenhange stehenden Arbeiten betrifft, so haben wir *einen zweifachen* Vorgang in Betracht zu ziehen.

In vielen, ja in den meisten kleineren Städten, wo die Erzeugung und Lieferung von Leuchtgas für öffentliche und private Zwecke auf Grund von rechtsgiltigen Verträgen dieser oder jener Unternehmung auf eine bestimmte Reihe von Jahren übertragen erscheint, fällt das ganze Rohrlegergeschäft, insoferne sich dasselbe auf Gas-Installationen bezieht, in den ausschließlichen Wirkungskreis der betreffenden Gasanstalten selbst. In diesem Falle haben letztere dann auch das alleinige Recht, nicht nur das ihnen überwiesene Beleuchtungsgebiet mit dem für die öffentliche Straßenbeleuchtung erforderlichen Hauptrohrnetze und den davon abhängenden Beleuchtungsobjecten zu versehen, sondern auch die alleinige Befugniß, die Installationen im Innern der zu beleuchtenden Baulichkeiten herzustellen.

In Städten hingegen, wo es dem Privat-Gasconsumenten anheimgestellt bleibt, die fraglichen Installationen durch hierzu behördlich concessionirte Gewerbetreibende ausführen zu lassen, findet hierbei in gewissem Sinne eine Theilung der Arbeit statt. In diesem zweiten Falle muß nämlich einmal aus Gründen der öffentlichen Sicherheit, ferner mit Rücksicht auf die in Folge von etwaigen Beschädigungen der Straßenleitung zu gewärtigenden Gasverluste, endlich auch zum Zwecke einer genauen Evidenzhaltung der Rohrnetzpläne und zur Hintanhaltung von betrügerischen Manipulationen seitens des privaten Gasconsumenten der betreffenden Gasunternehmung billigerweise das Recht vindicirt werden, die Herstellung der jeweilig verlangten Abzweigungen von der Straßenleitung bis zu dem Orte, wo die private Hausleitung beginnt, sowie die Aufstellung des den Gasconsum registrirenden Controlapparates (Gasmesser) gegen Ersatz der vertragsmäßig normirten Selbstkosten durch ihre

eigenen Organe besorgen zu lassen. Dagegen bleibt es dem Gasconsumenten überlassen, die Ausführung der hinter dem Gasmesser beabsichtigten Anlage einem hierzu befugten Gewerbetreibenden seiner eigenen Wahl zu übertragen.

Im Hinblicke auf die zahlreichen und schwerwiegenden Interessen privater und öffentlicher, pecuniärer und hygienischer Natur, welche mit der Ausführung derartiger Anlagen offenkundig verknüpft sind, ist es wohl selbstverständlich, daß der Staat nicht nur das Recht, sondern nachgerade die Pflicht hat, dieselben einer behördlichen Controle unterzogen zu wissen. So erscheint denn auch seitens der österreichischen Gesetzgebung in der Gewerbe-Ordnung vom 20. December 1859 einerseits (§ 30) dahin Sorge getragen, daß »die gewerbsmäßig betriebene Beschäftigung der Einleitung des Leuchtgases, das ist die Herstellung und Einrichtung der Gasbeleuchtung auf Straßen und Wegen, in öffentlichen oder Privatgebäuden und Localitäten, dieselbe möge von einer Gasbeleuchtungs- oder Gaserzeugungsanstalt oder überhaupt neben einem anderen Unternehmen, oder als ein selbstständiges Gewerbe betrieben werden«, an eine Concession gebunden ist; andererseits erscheint darin (§ 18) der Bewerber um eine solche Concession verpflichtet, »den Nachweis über die in wirklicher Verwendung bei diesem Gewerbe erworbene praktische Befähigung zu liefern«; endlich sind auch die einschlägigen fachlichen Anforderungen zu einem besonderen, ziemlich umfangreichen »Regulativ zur Ausführung von Gasrohrleitungen und Gasbeleuchtungsanlagen« zusammengefaßt worden, welches, von einer von den Ministern des Handels und des Innern erlassenen Verordnung begleitet, seit dem 9. Mai 1875 die Grundlage für die Ausübung der behördlichen Controle bildet.

Leider erweisen sich jene Vorschriften gegenüber den Fortschritten, welche seither auf dem Gebiete der Gastechnik erzielt wurden, von der Art, daß dieselben weder für den Installateur, noch auch für die dessen Thätigkeit controlirende Gewerbebehörde fortan bindend sein können, denn dieselben stellen sich bei näherer Betrachtung als ein Complex von theils nichts weniger denn präcisen, theils nachgerade technisch irrigen Bestimmungen dar.

Durchaus allgemein gehalten ist beispielsweise insbesondere die Fassung des § 1, welcher lautet: »Die Anlage von Gasrohrleitungen und sonstigen Einrichtungen, deren Zweck in dem Verbrauche von Leuchtgas besteht, ist mit jenem Grade von Sorgfalt und Sachkenntniß auszuführen, daß eine Gefahr für das Leben und die Gesundheit der Menschen und Thiere, sowie der Pflanzen möglichst abgewendet wird«, denn diese Fassung läßt klar erkennen, daß seitens des Gesetzgebers die Gewinnung der beruhigenden Gewißheit, daß mit der Benützung der fraglichen Anlage überhaupt keinerlei Gefahr verbunden sein kann, von vornherein in keiner Weise angestrebt wurde.

Ganz selbstverständlich ist es ferner, daß »bei Anbringung von Verbrennungs-Vorrichtungen darauf Acht zu nehmen ist, daß die höchstmögliche Stichflamme von den leicht entzündlichen Materialien, aus welchen der zu erleuchtende Raum hergestellt ist, so weit entfernt bleibt, als zur Verhütung einer Anzündung dieser Materialien erforderlich ist«. Ebenso, daß »größere Kronleuchter mit besonderer Sorgfalt zu befestigen sind und nicht an den Leitungsröhren selbst hängen dürfen«. Ebenso, daß »bei Verwendung von Gummischläuchen jeder einzelne Schlauch durch einen Hahn von der Leitung abgeschlossen werden kann«.

Im offenen Widerspruche zu den sonstigen Bestimmungen dieses Regulativs steht aber der Wortlaut des § 11 desselben, welcher lautet: »Nach Vollendung einer durch die Verhältnisse gegebenen und der Beurtheilung des Ausführenden überlassenen Strecke ist dieselbe, wenn sie kein Gas enthält, mit einem Gebläse bis zu neun Zoll Wasserdruck mit Luft anzublasen, und während dieser Zeit sind vor Zuschüttung der Kopflöcher die Fugen der Röhren, sowie allfällige Flanschenfugen und Anbohrungen mit Seifenwasser zu untersuchen und vorkommenden Falles zu verdichten. Ist der Strang bereits unter Gas, so ersetzt der Druck desselben die eingepumpte Luft und ist die Untersuchung der Fugen auf gleiche Art vorzunehmen«. Hinsichtlich der Legung der Straßenleitungen ist sonach der Installateur nicht einmal an die sonst in Aussicht genommene Controle durch die der Gewerbebehörde beigegebenen technischen Organe gebunden; er erscheint vielmehr mit einmal mit den weitestgehenden Vollmachten ausgestattet, indem er die fragliche Leitung nicht nur legt, sondern selber prüft und auch beurtheilt. Noch mehr: er kann diese Prüfung in der Weise vornehmen, die ihm gerade paßt. Denn, enthält die fragliche Strecke noch kein Gas, so hat die Dichtigkeitsprobe unter dem nachgerade enormen Drucke von 9 Zoll = 237 Millimeter Wassersäule, sonst aber unter dem gewöhnlichen Gasdrucke, der indeß im Maximum ungefähr 60 Millimeter beträgt, zu erfolgen. Was ist also richtig: 60 oder 237 Millimeter Druck?

Völlig unverständlich ist endlich noch der Sinn der im § 25 getroffenen Bestimmung; ja es muß füglich schlechterdings behauptet werden, daß dieselbe nur aus der absoluten Unkenntniß von der Wirkungsweise der betreffenden Vorrichtung *entsprungen sein kann*. Sie lautet: »Die Anwendung

von Gasregulatoren ist wünschenswerth, doch muß deren Construction derart gewählt sein, daß durch ihre Benützung keinerlei Gefahr für das Publicum resultirt.« Daß ein Gasregulator von irgend welcher Construction eine Gefährdung des Consumenten jemals involviren könnte, bleibt — wie im Späteren ausführlich dargelegt werden wird — von vornherein bedingungslos ausgeschlossen. Denn die fragliche Vorrichtung kann, wie schon an dieser Stelle gesagt werden muß, niemals etwas Anderes bewirken, als daß das den Kern derselben bildende, gewöhnlich konisch geformte Ventil, von diesem oder jenem Träger beeinflußt, im Verhältnisse zu einer innerhalb der Leitung etwa eintretenden Druckvermehrung in die betreffende Gasdurchlaßöffnung mehr oder weniger eindringt, dadurch deren nutzbare Querschnittsfläche entsprechend einengt und solcherart den durchziehenden Gasstrom drosselt, beziehungsweise dessen Größe möglichst constant erhält. Functionirt aber die in Rede stehende Vorrichtung nicht (sei es deshalb, weil der hierzu erforderliche Gasdruck mangelt, sei es deshalb, weil der zur Hebung des Ventils bestimmte Träger seinen Dienst versagt), so bleibt die fragliche Durchlaßöffnung einfach ganz offen und der Gasstrom zieht völlig ungeschwächt durch dieselbe, so daß das darauf folgende Zischen und Sausen der betreffenden Flamme den Consumenten darüber belehrt, daß er einen Regulator besitzt, der mit gleichem Rechte auch Nichtregulator heißen könnte. Im Uebrigen aber bleibt der Consument natürlich ebenso ... gesund, wie er zuvor gewesen.

So weit in Kürze dasjenige, was in unserem Regulativ enthalten ist; weit schlimmer erscheint jedoch gerade dasjenige, was demselben mangelt. Wir haben es da beispielsweise, um doch wenigstens auf einen einzigen Fall hinzuweisen, mit

einem §. 17 zu thun, welcher wie folgt lautet: »Zu den Gasleitungen im Inneren der Gebäude sind vorzugsweise schmiedeiserne Röhren zu verwenden. Bleiröhren dürfen in keinem Falle dort verwendet werden, wo die Röhrenleitung leicht äußeren Beschädigungen ausgesetzt ist und wo sie sich in der Nähe leicht brennbarer Stoffe befindet. In geschlossenen Räumen dürfen Bleiröhren überhaupt nur äußerlich gelegt und nicht eingelassen werden. Bleiröhren dürfen keinesfalls durch unmittelbares Löthen mit Eisenröhren in Verbindung gesetzt werden; solche Verbindungen haben nur mittelst Verschraubungen aus Messing zu geschehen.« In diesem ganzen Paragraph ist also vom Materiale der Rohre überaus wenig, von den Dimensionen derselben aber nachgerade absolut gar nicht die Rede; dennoch trägt derselbe die Ueberschrift: »Material und Dimensionen der Rohre.«

Ist es nun einerseits dem Installateur völlig anheimgestellt, die Rohrdimensionen nach eigener freier Wahl zu bestimmen, so erscheint es andererseits nur consequent, daß ihm, wie in der That, auch die Wahl der Größe des betreffenden Gasmessers überlassen bleibt. Es ist dies aber um so schwerer begreiflich, als unser Regulativ einen eigenen und ziemlich langen Abschnitt (den ganzen § 24) dem Gasmesser widmet. Bei näherer Betrachtung dieses Abschnittes kommt man indeß zu der Wahrnehmung, daß hierbei der Gesetzgeber einen einzigen Umstand im Auge hatte, nämlich die Wahl des Aufstellungsortes dieses Instrumentes. Die eminente Wichtigkeit einer zweckdienlichen Wahl des besagten Ortes soll freilich in keiner Weise in Abrede gestellt werden; aber ganz unvergleichlich wichtiger als diese ist — wie später erwiesen werden wird — einerseits die Größe des Gasmessers, andererseits die Lage desselben.

So sind wir wohl berechtigt, mit der Bemerkung zu schließen, daß der Installateur aus dem derzeit zu Kraft bestehenden Regulative gerade dasjenige nicht erfahren kann, was er zur Herstellung einer zweckdienlichen Beleuchtungs-Anlage unumgänglich bedarf, nämlich:

1. die Kenntniß der wirksamen Dimensionen in Beziehung auf Leitung und Gasmesser;
2. die Art der Führung der einzelnen Rohrstrecken vom Standpunkte einer richtigen Lichtvertheilung;
3. den Leuchtwerth der Beleuchtungskörper mit Rücksicht auf den jeweilig angestrebten Lichteffect;
4. die Mittel zur Hintanhaltung von unbeabsichtigten Gasausströmungen aus der Leitung und den Beleuchtungskörpern;
5. die Methoden für eine rationelle Beaufsichtigung von bestehenden und die Maßnahmen zur sicheren Ausbesserung von schadhaft gewordenen Anlagen.

II.

Empirische Beleuchtungswerthe.

Ist nun, wie soeben dargelegt, schon in dem Gesetze selbst, welches die Grundlage unseres Beleuchtungswesens bilden sollte, dem Empirismus ein so weiter Spielraum geboten, so darf es uns wahrlich kaum wundern, wenn wir in der Praxis fast auf Schritt und Tritt solchen Anlagen begegnen, die der

geschulte Techniker schlechterdings nicht anders denn als zweckwidrige bezeichnen muß. Die nachfolgenden zwei Fälle, woran der Verfasser dieses Buches unmittelbar betheiligt gewesen, dürften wohl genügen, um dies vollauf zu bestätigen.

Vor einigen Jahren miethete derselbe hier eine Wohnung in einem neuen Hause. Da letzteres mit einer Gasleitung versehen war, so wünschte er nachträglich eine Abzweigung zu seiner Wohnung. Dies ging jedoch absolut nicht an. Zum Zwecke der betreffenden Einrichtung hatte sich der Hausherr nämlich von verschiedenen Installateuren die bezüglichen Kostenvoranschläge vorlegen lassen: natürlich wählte er sich hieraus den billigsten. So kam es aber, daß das fragliche Stiegenhaus eine, allerdings auch nur sehr spärliche Gasbeleuchtung erhielt, von der aber schlechterdings nicht mehr abgezweigt werden konnte. Jener Hausherr ist also wirklich im Besitze einer Gasbeleuchtungs-Anlage; er und seine Parteien beleuchten ihre Wohnräume mittelst — Petroleumlampen! Es zeigt dieser Fall, der, wie leicht nachgewiesen werden könnte, keineswegs vereinzelt dasteht, wohl zur Evidenz, wie sehr es bedauert werden muß, daß in unserem Gesetze gerade die Feststellung der zweckdienlichen Rohrdimensionen in suspenso geblieben ist, denn nichts konnte jemals unserer Ansicht nach die schwindelhafte Concurrenz, worunter die reelle Beleuchtungs-Industrie heute so schwer leidet, in so hohem Maße fördern, ja überhaupt möglich machen, wie der Mangel einer völlig präcisen Vorschrift bezüglich der in jedem besonderen Falle anzuwendenden Rohrweiten.

Zur Illustrirung der Nachtheile aber, welche aus dem Mangel einer gesetzlichen Vorschrift über die Größe des jeweilig anzuwendenden Gasmessers sich ergeben, diene der nachfolgende Fall. Vor einiger Zeit wurde der Verfasser von dem

Bürgermeisteramte einer größeren Stadt Mährens zur Begutachtung einer Gas-Streitigkeit eingeladen. Bei jenem Anlasse klagte ihm einer der dortigen Stadtväter, ein Gastwirth, daß in seinen Localitäten die Gasflammen zu klein brennen und überdies ganz entsetzlich zucken; wiederholte Untersuchungen der Anlage durch den Pächter der Gasanstalt wären erfolglos gewesen. Abends besuchte der Verfasser das fragliche Gasthaus: es war in der That ganz spärlich beleuchtet und die Flammen zuckten mit der Regelmäßigkeit eines Uhrpendels. Die Ursache beider Erscheinungen lag aber bald durchaus klar zu Tage. Das in Rede stehende Gasthaus hatte ursprünglich aus einer Küche, einem kleinen Vorraume und einem einzigen Gastzimmer bestanden; im Verlaufe der Jahre wurden diesem letzteren nacheinander noch weitere vier Zimmer hinzugefügt, die dadurch mit Gas versehen wurden, daß man die anfängliche Leitung successive entsprechend verlängerte. Dabei blieb aber der Gasmesser unverändert! Es war also offenkundig, daß die Leitung einerseits nunmehr durchaus unvermögend sein mußte, sämmtliche Brenner mit dem erforderlichen Gasquantum zu versehen, während andererseits der Gasmesser, dessen Trommel ursprünglich bei nur 5 Flammen die ihrer Construction zu Grunde gelegten 100—120 Umdrehungen in der Stunde vollführte, nunmehr durch die Inanspruchnahme von mehr als 20 Flammen gezwungen war, sich mit übermäßiger Geschwindigkeit zu drehen und dadurch den Wasserspiegel derart in eine wellenförmige Bewegung versetzte, daß der durchziehende Gasstrom einer continuirlichen Erschütterung unterworfen war und in Folge dessen die damit gespeisten Flammen fort und fort zucken mußten.

Fassen wir nun die erwähnten Wahrnehmungen zusammen und stellen wir denselben den zumeist leider nur

negativen Inhalt unseres Gas-Regulativs entgegen, so können wir die Aufgabe, welche der theoretisch gebildete und praktisch erfahrene Installateur zu lösen hat, wie folgt definiren:

Die Aufgabe des Gas-Installateurs besteht in der zweckmäßigen Wahl und Anordnung einer dem jeweiligen Lichtbedarfe angemessenen Anzahl von Beleuchtungskörpern und in der Verbindung der solcherart sich ergebenden, den Anforderungen der Hygiene sowie der Oekonomie gleich Rechnung tragenden Anlage mit dem Straßenrohrnetze durch eine entsprechend dimensionirte und vor Beschädigungen jeder Art völlig geschützte Leitung.

Betrachten wir aber auch lediglich unter dem Gesichtspunkte des jeweilig vorhandenen Lichtbedürfnisses die bestehenden Gasbeleuchtungs-Anlagen, so drängt sich uns gewiß ganz ohneweiters die bedauerliche Wahrnehmung auf, daß dieselben, wenn überhaupt, doch nur zufällig der gestellten Anforderung zu entsprechen vermögen.

Abstrahiren wir nämlich im Augenblicke selbst von der in vielen Fällen nachgerade planlosen Art der Verbindung der einzelnen Beleuchtungs-Vorrichtungen unter einander und ihres Anschlusses an das Straßenrohrnetz, so ersehen wir, daß weder bei der Wahl jener Objecte selbst deren thatsächliches Leuchtvermögen maßgebend gewesen, noch auch, und dies um so weniger, bei der Anordnung derselben die Erreichung einer bestimmten Helligkeit an dieser oder jener Stelle des zu beleuchtenden Raumes überhaupt angestrebt, geschweige denn in bewußter Weise wirklich erzielt wurde. Es hängt vielmehr in der überwiegendsten Anzahl der Fälle die Wahl der gedachten Vorrichtungen vornehmlich von der äußeren Ausstattung *und von der Höhe* des Preises derselben ab,

während andererseits bei der Art ihrer Aufstellung nahezu ausschließlich blos ästhetische Momente ausschlaggebend zu sein pflegen.

So kommt es, daß die meisten Beleuchtungs-Einrichtungen nachträglich eine Reihe von zeitraubenden Aenderungen und kostspieligen Ergänzungen erfahren müssen, damit dieselben dem beabsichtigten Zwecke entsprechen können, falls man es, wie in der That ziemlich häufig, nicht vorzieht, die sich ergebenden Mängel der Gasbeleuchtung durch die zeitweilige Hinzufügung von beweglichen Lichtquellen (Lampen oder Kerzen) weniger fühlbar erscheinen zu lassen.

Dieser älteren Praxis gegenüber pflegen nun neuerer Zeit insbesondere jüngere Installateure zu gewissen »Beleuchtungs-Tabellen« ihre Zuflucht zu nehmen. Eine der verbreitetsten Tabellen dieser Art, deren wahrer Autor uns wahrscheinlich auf ewig unbekannt bleiben dürfte, da diese Frucht seiner Arbeit, einmal auf den bekanntlich nicht gerade sterilen Boden der modernen Fachkalender-Literatur gefallen, uns wieder und wieder in allenfalls durch Abschreibfehler geänderter Gestalt vor Augen geführt zu werden pflegt, lautet wie folgt:

Dimensionen des Raumes			Höhe der Flammen über dem Fußboden	Anzahl der Flammen
lang	breit	hoch		
Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.	
4·7	4·7	3·8	2·0—2·2	2— 3
5·6	5·6	4·4	2·0—2·4	5— 6
7·5	7·5	5·3	2·5—2·8	9— 12
10·0	10·0	6·9	2·8—3·1	16— 20
12·5	12·5	9·4	3·5—3·8	25— 30
15·7	15·7	12·5	4·0—4·4	40— 45
18·8	18·8	14·0	4·7—5·3	60— 70
22·0	22·0	15·7	5·6—6·3	100—120

Ein Blick auf die erste rechtsseitige Columne der vorstehenden Tabelle dürfte schon für sich allein genügen, um uns die Unzulänglichkeit der darin enthaltenen Angaben vollauf erkennen zu lassen. Denn was vor Allem die Art der Aufstellung der betreffenden Lichtquellen innerhalb des zu beleuchtenden Raumes betrifft, so wird hier lediglich auf deren Höhenlage in Beziehung auf den Fußboden Rücksicht genommen, so daß es den Anschein gewinnt, als handelte es sich darum, diesen möglichst hell zu beleuchten, wogegen es doch ganz naturgemäß erscheint, dafür Sorge zu tragen, daß die gegebene Lichtquelle in einer solchen Höhe zur Aufstellung gelange, wodurch die möglichst größte Gesammtwirkung derselben auf einer in jedem speciellen Falle hinsichtlich ihrer Anforderungen durchaus eigenartigen Gesichtsebene zur Geltung komme. Diese Ebene kann zwar, freilich immer nur in einem verhältnißmäßig höchst seltenen Falle, auch der Fußboden sein; im Allgemeinen muß hingegen darunter ganz naturgemäß die Ebene des Arbeits-, Spiel- oder Speisetisches verstanden werden.

Wollte man aber auch von den angeführten Zahlenwerthen die Höhe der zu beleuchtenden Gesichtsebene in Abzug bringen, so würde damit allein noch gar nichts gewonnen sein. Denn die Größe der auf jener Ebene zu schaffenden Helligkeit hängt offenbar ganz vornehmlich von der Beschaffenheit der Oberfläche, im Ferneren aber nicht minder von der naturgemäßen Bestimmung jedes der besagten Objecte ab, so daß es völlig unstatthaft ist, von vornherein irgend welche Helligkeitsgröße anzunehmen und diese als eine constante Größe gelten zu lassen, sondern muß diese letztere in jedem besonderen Falle zunächst genau ermittelt werden, worauf dann erst an den Installateur die weitere Aufgabe herantritt, die

einmal gewählte Lichtquelle in jener Höhenlage zur Function gelangen zu lassen, wobei die Erfüllung der jeweilig gestellten Anforderung auch rechnungsmäßig erwiesen werden kann.

Womöglich nur noch unzuverlässiger erscheinen andererseits jene Angaben, die sich auf die Anzahl der erforderlichen Flammen beziehen. Denn es drängt sich hierbei gewissermaßen von selbst die Frage auf: Welche Art von Flammen liegt denn wohl der obigen Tabelle zu Grunde? Sind darunter gewöhnliche Straßenflammen aus offenen Schmetterlingsbrennern, oder aber Flammen aus Normal-Rundbrennern zu verstehen, welche bei amtlichen Controlmessungen verwendet zu werden pflegen, oder sind es sonst welch andere Flammen? Im letzteren Falle läßt, wie ja nur zu leicht begreiflich, die in Rede stehende Vorschrift schier unendliche Deutungen zu; sollte sich dieselbe jedoch auf die Wahl zwischen den beiden erstgenannten Brennern allein beschränken, so würde sie noch immer nichts weniger denn eine verläßliche sein, schon darum, weil die Leuchtkraft jener Brenner unter einander eine so wesentlich verschiedene ist, daß, während der Schmetterlingsbrenner unter gewissen Bedingungen, die im Weiteren eingehend besprochen werden sollen, beispielsweise eine Intensität von nur 9 Lichteinheiten entwickelt, der Sugg'sche Controlbrenner eine Leuchtkraft von durchschnittlich 14 Einheiten besitzt. Es würde demnach der obigen Vorschrift gemäß ein Zimmer von quadratischer Grundform bei 4·7 Mtr. Seitenlänge und 3·8 Mtr. Höhe zu seiner Erhellung einmal eine Lichtquelle von $2 \times 9 = 18$ bis $3 \times 9 = 27$, ein andermal wieder eine solche von $2 \times 14 = 28$ bis $3 \times 14 = 42$ Lichteinheiten erfordern.

Noch mehr. Die hier ins Auge gefaßte Räumlichkeit soll der citirten Tabelle zufolge 2—3 Flammen erhalten; in

welcher Weise soll aber die Vertheilung derselben erfolgen? Sind letztere in einem einzigen Punkte concentrirt gedacht, oder von einander getrennt anzuwenden? Und in diesem Falle, in welcher Beziehung zu den Dimensionen des zu beleuchtenden Raumes?

Auf alle diese Fragen bleibt uns die in Rede stehende Tabelle, welcher, wie offenkundig, jede wissenschaftliche Grundlage mangelt, die Antwort einfach schuldig. Ja, sie läßt in unseren Voranschlägen einen Spielraum von 28 — 18 = 10, beziehungsweise einen solchen von 42 — 27 = 15 Lichteinheiten schon in einem ganz kleinen Wohnzimmer zu; sie ermächtigt also den Installateur zu einer durchaus willkürlichen Zu- oder Abnahme dieser Intensität — und kann es dann füglich noch sonderlich wundernehmen, wenn wir in dem einen Falle einer Beleuchtung begegnen, welche nachgerade verschwenderisch angelegt ist, während in einem andern die betreffende Anlage nachträglich wieder und wieder abgeändert werden muß, damit dieselbe dem beabsichtigten Zwecke auch nur einigermaßen entsprechen könne?

In ganz ähnlicher Weise verhält es sich denn auch mit allen jenen Tabellen, welche dadurch abgeleitet wurden, daß man die Intensität der gegebenen Lichtquelle einer gewissen Größe der zu beleuchtenden Fläche direct proportional setzte, wonach also beispielsweise etwa behauptet wird, daß bei einer Aufhänghöhe von

2·0 2·5 3·0 4·0 4·5 5·5 6·0 Mtr.

je ein 14-Kerzenbrenner für eine Bodenfläche von

8·0 7·0 6·2 6·0 5·8 5·6 5·4 Qu.-Mtr.

in Anwendung zu kommen habe, denn auch diesen Angaben liegt bestenfalls doch immer nur ein durchaus individuelles

Lichtbedürfniß, d. i. die subjective Empfindung des betreffenden Autors allein zu Grunde.

Fügen wir dem Gesagten aber nur noch die Bemerkung hinzu, daß die fraglichen Tabellen von urtheilslosen Praktikern nicht selten sammt den darin häufig anzutreffenden Abschreibfehlern gewissermaßen als unfehlbare Recepte hingenommen werden, so sind wir wohl berechtigt, den Betreffenden das zuzurufen, was einst ein berühmter Arzt zu einem seiner Bekannten gesagt, der sich gemäß den Anweisungen einer alten Receptensammlung seine Medicamente selbst zu bereiten pflegte: »Sie gehen gewiß noch an einem Druckfehler zu Grunde!«

Es fällt uns demnach die Aufgabe zu, ein allgemein giltiges Gesetz abzuleiten, welches unter allen Umständen die Abhängigkeit des angestrebten Helligkeitsgrades von der Intensität der gegebenen Lichtquelle in durchaus präciser Weise ausdrückt.

III.

Optische Grundgesetze.

Vergegenwärtigen wir uns den Zweck, dem eine künstliche Lichtquelle zu dienen überhaupt berufen sein kann, so ersehen wir, daß derselbe entweder darin liegt, durch Einwirkung ihrer leuchtenden Strahlen auf unser Auge in diesem das Bild der gegebenen Lichtquelle selbst hervorzurufen; oder

aber darin, durch Einwirkung ihrer leuchtenden Strahlen auf ein zwischen der Lichtquelle und unserem Auge befindliches, für sich selbst nicht leuchtendes Object dieses unserem Auge sichtbar zu machen.

Die erstere, directe Lichtwirkung kommt beispielsweise dem Seemanne zu statten, insolange er sich in dunkler Nacht ferne vom Ufer befindet und ihm die auf dem Leuchtthurme, welchem er zusteuert, angebrachte Flamme lediglich die Richtung anzugeben hat, in welcher fortfahrend er sein Ziel ehestens erreichen kann. Hat er sich aber einmal eben diesem Ziele mehr und mehr genähert, dann tritt an die nämliche Lichtquelle die neue Bestimmung heran, ihre Umgebung möglichst stark zu erhellen, damit der Schiffer unter dem Einflusse jener indirecten Lichtwirkung diejenigen Objecte thunlichst klar zu erkennen vermag, deren Anprall er vermeiden muß, um sicher landen zu können.

Im ersteren Falle wird nun offenbar die gegebene Lichtquelle ihren Zweck um so besser erfüllen, in einer je größeren Entfernung ihre Lichtstrahlen durch den nächtlichen Schleier hindurch bis zum Auge des Beobachters zu dringen vermögen, mithin je größer die eben jener Lichtquelle innewohnende Leuchtkraft ist. Im zweiten Falle hingegen hängt die Größe ihres Wirkungsgrades, also auch ihr Beleuchtungswerth, einzig nur von der größeren oder geringeren Sichtbarkeit der in ihrem Beleuchtungskreise gelegenen Objecte, mithin von der Helligkeit dieser letzteren ab. Die Intensität einer künstlichen Lichtquelle und die von ihr hervorgerufene Helligkeit stehen demnach zu einander genau in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung: jene bleibt mit Rücksicht auf eine bestimmte Lichtquelle constant, diese hingegen wird ganz naturgemäß von der jeweiligen Lage und Beschaffenheit

des zu beleuchtenden Objectes in einem stets wechselnden Maße beeinflußt.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Kenntniß des Factors »Leuchtkraft« an und für sich noch durchaus unvermögend ist, uns je die Größe der Leistungsfähigkeit einer gegebenen Lichtquelle erkennen zu lassen. Es verhält sich damit übrigens genau ebenso, wie mit der bloßen Kenntniß irgend welcher anderen »Kraft« in dem Falle, wobei es sich um die Beurtheilung einer fraglichen Kraftleistung handelt. Denn es ist gewiß Jedermann ohneweiters klar, daß beispielsweise die Kenntniß eines gegebenen Gewichtes von der Größe P uns als solche noch keineswegs befähigt, uns irgend welchen Begriff von der damit erzielbaren Arbeit machen zu können. Zu dem Ende ist vielmehr noch die Kenntniß der Umstände unbedingt erforderlich, unter welchen eben jene Kraft zur Wirkung gelangen soll, also etwa die Länge a des betreffenden Hebelarmes, oder die in Betracht kommende Fallhöhe, oder die vorhandene Wurfsgeschwindigkeit, oder dergleichen mehr. Erst das Product aus dem besagten Gewichte und einem dieser letzteren Factoren setzt uns in den Stand, die fragliche Kraftleistung, das ist das Kraftmoment, ziffernmäßig feststellen zu können, so daß, wenn in dem erstgewählten Beispiele P das Gewicht eines Kilogramms darstellt und wir dem Hebelarme a successive die Länge von 1, 2, 3 .... n Meter geben, wir mit der unverändert bleibenden Kraft P eine nach einander wachsende Arbeit von 1, 2, 3 .... n Kilogramm-Meter zu leisten vermögen.

Nicht anders steht es um die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit einer gegebenen Lichtquelle. Diese letztere liefert uns nämlich bei einer gegebenen Aufhänghöhe an ihrem Fußpunkte eine bestimmte Helligkeit, deren Größe jedoch äußerst rasch

mehr und mehr abnimmt, je mehr wir uns in horizontaler Richtung von eben jenem Punkte entfernen. Die Kenntniß der betreffenden Leuchtkraft, ohne die weitere Kenntniß der örtlichen Lage des damit beleuchteten oder zu beleuchtenden Punktes, ist demnach in Rücksicht auf die Beurtheilung der relativen Zweckdienlichkeit einer Beleuchtungsanlage mit der vollständigen Unkenntniß jener beiden Factoren durchaus identisch. Denn während die absolute Leuchtkraft (Intensität) einer gegebenen Lichtquelle, das ist die ihr innewohnende Lichtmenge, durch die Angabe der entsprechenden Kerzenanzahl vollkommen präcisirt werden kann, sagt uns eben diese Angabe bezüglich der Größe der virtuellen Leuchtkraft (Helligkeit) eben jener Lichtquelle, das ist der von ihr an einem bestimmten Punkte hervorgerufenen Beleuchtung, so gut wie gar nichts, einfach deshalb, weil wir es doch offenbar, indem wir den ursprünglichen Abstand jenes Punktes von der Lichtquelle successive herabmindern, zwar immer noch mit einer Lichtquelle von der ermittelten Intensität, in Rücksicht auf die dadurch thatsächlich erreichte Lichtwirkung aber mit einem mehr und mehr zunehmenden Vielfachen jener Intensität zu thun haben.

Es handelt sich nun darum, den Zahlenwerth dieses Vielfachen rechnungsmäßig zu ermitteln.

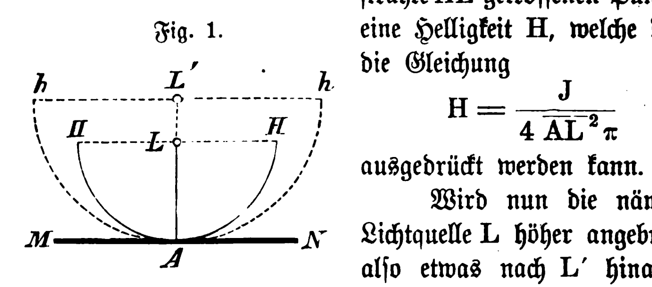
Hierbei sind rücksichtlich der Lage des zu beleuchtenden Punktes der Lichtquelle gegenüber offenbar nur zwei Fälle überhaupt möglich, und zwar:

1. Der fragliche Punkt wird entweder von den Strahlen der gegebenen Lichtquelle in genau senkrechter Richtung getroffen; oder

2. jener Punkt wird nur von den geneigten Strahlen der nämlichen *Lichtquellen beleuchtet*.

Bezeichnen wir im ersteren Falle (Fig. 1) mit J die gesammte Lichtmenge, welche in L concentrirt ist und davon aus die horizontale Fläche MN bestrahlt, und denken wir uns von diesem Punkte aus mit dem Radius AL eine Kugel beschrieben, so ist es klar, daß die ganze Oberfläche dieser letzteren durchaus gleichmäßig hell beleuchtet erscheinen muß. Da aber bekanntlich die Größe dieser Kugeloberfläche dem Ausdrucke $4\,\overline{AL}^2\,\pi$ gleich ist, so entfällt auf jedes Element derselben, mithin auch auf den von dem senkrechten Lichtstrahle AL getroffenen Punkt A, eine Helligkeit H, welche durch die Gleichung

Fig. 1.



$$H = \frac{J}{4\,\overline{AL}^2\,\pi}$$

ausgedrückt werden kann.

Wird nun die nämliche Lichtquelle L höher angebracht, also etwas nach L′ hinaufgerückt, so entfällt auf den zuvor betrachteten, nunmehr aber der Kugel vom Radius AL′ angehörigen Punkt A blos eine Helligkeit

$$h = \frac{J}{4\,\overline{AL'}^2\,\pi}$$

Und dividiren wir H durch h, so erhalten wir die neue Gleichung:

$$\frac{H}{h} = \frac{J}{4\,\overline{AL}^2\,\pi} : \frac{J}{4\,\overline{AL'}^2\,\pi} = \frac{J}{4\,\overline{AL}^2\,\pi} \cdot \frac{4\,\overline{AL'}^2\,\pi}{J}$$

woraus sich die Proportion ergiebt:

$$H : h = \overline{AL'}^2 : \overline{AL}^2 \quad . \; . \; . \quad (1)$$

das heißt: Die Helligkeit eines senkrecht beleuchteten Flächenelementes nimmt im Verhältniß des Quadrates seines Abstandes von der Lichtquelle ab.

Besitzt also im vorliegenden Falle die Lichtquelle L eine Intensität von 14 Kerzen, so erhält der Punkt A eine Helligkeit von 14 Meterkerzen nur insolange, als der Abstand AL einen Meter beträgt; wird aber dieser Abstand nach einander auf

2, 3, 4 ..... n Meter

gebracht, so erzeugt die nämliche Lichtquelle an eben jenem Punkte nur noch eine Helligkeit von

$$\frac{14}{4} = 3\cdot50, \quad \frac{14}{9} = 1\cdot55, \quad \frac{14}{16} = 0\cdot87 \quad \ldots\ldots \quad \frac{J}{n^2}$$

Meterkerzen.

Ganz die nämliche Abnahme in der Helligkeit muß der fragliche Punkt selbstredend auch in dem Falle erfahren, wenn er von den geneigten Strahlen der gegebenen Lichtquelle allein getroffen wird; mit dem wesentlichen Unterschiede jedoch, daß die hierbei auf ihn entfallende Lichtmenge eine um so geringere ist, einen je kleineren Neigungswinkel eben jene Lichtstrahlen mit der zu beleuchtenden Ebene einschließen.

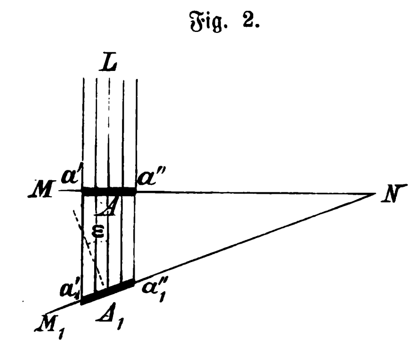
Denken wir uns nämlich, anstatt wie vorhin eines einzigen Strahles, nunmehr (Fig. 2) eine gewisse Anzahl derselben, welche, sämmtlich von der Lichtquelle L ausgehend, die horizontale Ebene MN in senkrechter Richtung beleuchten, so ist es wohl ohneweiters klar, daß, ebenso wie zuvor der einzige Punkt A, nun alle Elemente der Strecke a′a″ die gleiche Helligkeit H erhalten müssen.

Wird dagegen die Ebene MN um den Punkt N etwa nach abwärts gedreht, so vertheilt sich, da hierbei — von der verschwindend geringen Senkung absehend — die Lichtquelle L

selbst offenbar keine Aenderung erfährt, die von ihr ausstrahlende Lichtmenge nunmehr auf die Ebene $a'_1\, a''_1$, so daß die hierauf auf die Flächeneinheit entfallende Helligkeit $\mathfrak{H}$ nicht mehr der früheren Helligkeit H gleich sein kann, sondern offenbar genau in dem Verhältnisse von $\frac{a'\,a''}{a'_1\,a''_1}$ geringer sein muß.

Nun stellt aber, wie ein Blick auf die Zeichnung lehrt, dieses Verhältniß nichts Anderes dar, als den Cosinus des Neigungswinkels beider Ebenen gegen einander, oder — was dasselbe ist — den Cosinus des Einfallswinkels ε dar. Wir können daher die in A_1 herrschende Helligkeit durch die Gleichung ausdrücken:

Fig. 2.



$$\mathfrak{H} = H \, . \cos \varepsilon \quad . \; . \; . \; . \quad (2)$$

das heißt: Die Helligkeit eines durch geneigte Strahlen beleuchteten Flächenelementes nimmt im Verhältnisse des Quadrates seines Abstandes von der Lichtquelle ab, ist gleichzeitig aber auch dem Cosinus des Einfallswinkels der auf dasselbe fallenden Lichtstrahlen proportional.

Mit Hilfe der beiden soeben abgeleiteten Grundgesetze sind wir nunmehr in der Lage, den Wirkungsgrad einer gegebenen Lichtquelle in Beziehung auf jeden Punkt der von ihr beleuchteten Fläche ziffernmäßig feststellen zu können.

Besitzt nämlich (Fig. 3) die in der Höhe von h Metern er der zu beleuchtenden Ebene CO angebrachte Lichtquelle L ie Intensität von J Kerzen, so erzeugt dieselbe zufolge der eichung (1) an ihrem Fußpunkte O eine Helligkeit von

$$H_o = \frac{J}{h^2} \text{ Meterkerzen.}$$

In A, B und C herrschen dagegen nach einander die lligkeiten:

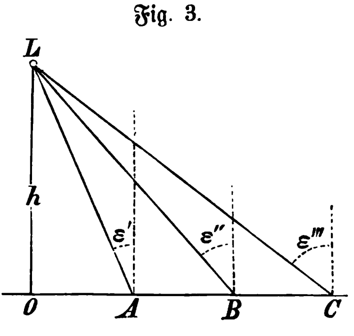


Fig. 3.

$$I_a = \frac{J}{\overline{AL}^2} \cdot \cos\varepsilon';$$

$$I_b = \frac{J}{\overline{BL}^2} \cos\varepsilon'';$$

$$I_c = \frac{J}{\overline{CL}^2} \cos\varepsilon'''.$$

Nehmen wir nun die stände AO, AB und BC er einander gleich an) bezeichnen wir dieselben der Kürze halber mit a, so ist:

$$\overline{L}^2 = a^2 + h^2 \text{ und } \cos\varepsilon' = \sin(90 - \varepsilon') = \frac{h}{AL}$$

$$\overline{L}^2 = 4a^2 + h^2 \quad » \quad \cos\varepsilon'' = \sin(90 - \varepsilon'') = \frac{h}{BL}$$

$$\overline{L}^2 = 9a^2 + h^2 \quad » \quad \cos\varepsilon''' = \sin(90 - \varepsilon''') = \frac{h}{CL}$$

Durch Einsetzung dieser Werthe gehen aber die obigen sdrücke in die neuen Gleichungen über:

$$H_a = \frac{Jh}{(a^2 + h^2)\sqrt{a^2 + h^2}}$$

$$H_b = \frac{Jh}{(4a^2 + h^2)\sqrt{4a^2 + h^2}}$$

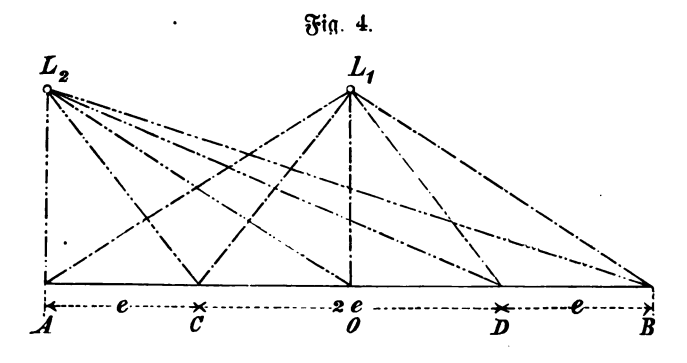
in O, wie zuvor in A und B: . . . . 2·39 Mtk.

» D : $\frac{J\,h}{(9\,e^2 + h^2)\sqrt{9\,e^2 + h^2}} = \frac{250}{274{\cdot}6} =$. 0·91 »

» B : $\frac{J\,h}{(16\,e^2 = h^2)\sqrt{16\,e^2 + h^2}} = \frac{250}{588{\cdot}7} =$. 0·42 »

Die mittlere Helligkeit (M″ N″) beträgt also im ersten Falle $\frac{36{\cdot}02}{5} = 7{\cdot}2$, im zweiten Falle (M′ N′) aber blos

Fig. 4.



$\frac{27{\cdot}34}{5} = 5{\cdot}5$ Meterkerzen, so daß unter dem Gesichtspunkte einer möglichsten Ausnützung der gegebenen Lichtquelle die erstere Art der Aufstellung derselben sich als eine wesentlich wirksamere darstellt.

Eben diese Aufstellungsart empfiehlt sich aber auch in Rücksicht auf die angestrebte Gleichmäßigkeit der Lichtvertheilung. Tragen wir uns nämlich (Fig. 5) die gewonnenen Zahlenwerthe nach einem bestimmten Maßstabe (etwa 1 Centimeter = 2 Meterkerzen) graphisch auf, so ersehen wir, daß auch im ersten Falle noch immer die halbe Länge der

IV.

Nutzanwendung der optischen Formeln.

Um die eminente praktische Wichtigkeit der vorstehend abgeleiteten Formeln an einem Beispiele darzuthun, wollen wir den Fall ins Auge fassen, wobei es sich darum handelt, eine schmale und geradlinig begrenzte Fläche — etwa eine Schulbank — möglichst hell, zudem aber möglichst gleichmäßig hell zu beleuchten. Dieselbe habe eine Länge von 8 Mtr. und solle zunächst mittelst einer einzigen Lichtquelle von der Intensität $J = 100$ Kerzen beleuchtet werden, deren Aufhänghöhe $h = 2{\cdot}5$ Mtr. betragen mag.

Wird zu dem Ende die besagte Lichtquelle (Fig. 4) genau über dem Mittelpunkte O der gegebenen Bank A B angebracht, so ergeben sich an den hier bezeichneten, in gleichen Abständen $e = 2$ Mtr. von einander befindlichen Punkten die nachstehenden Helligkeitswerthe, und zwar

in O: $\frac{J}{h^2} = \frac{100}{6{\cdot}25} =$ . . . . 16·00 Mtk.

» C und D: $\frac{J\,h}{(e^2 + h^2)\sqrt{e^2 + h^2}} = \frac{250}{32{\cdot}8} =$ 7·62 »

» A » B: $\frac{J\,h}{(4\,e^2 + h^2)\sqrt{4\,e^2 + h^2}} = \frac{250}{104{\cdot}57} =$ 2·39 »

Bringen wir dagegen, wie häufig anzutreffen, die nämliche Lichtquelle über das linksseitige Kopfende der Bank an, so erhalten wir die nachfolgenden Werthe, und zwar:

in A, wie zuvor in O: . . . . 16·00 Mtk.

» C, » » » C und D: . . . . 7·62 »

in der Schule und im Elternhause unter den nämlichen Helligkeitsverhältnissen; dagegen muß das Sehvermögen der übrigen 9 Schüler in Folge des einmal im Elternhause erworbenen, in der Schule aber zeitweilig nicht befriedigten Lichtbedürfnisses ganz nothwendig geschädigt werden.

Dieser im Hinblick auf die leider unbestreitbare, weil statistisch ganz unzweifelhaft erwiesene Zunahme in der Kurzsichtigkeit unserer Schuljugend nicht genug beklagenswerthe Umstand drängt uns denn die Frage auf, ob es wohl nicht zweckdienlich sei, die Erreichung einer möglichst gleichmäßigen Lichtvertheilung durch Aufstellung einer größeren Anzahl von Lichtquellen anzustreben. Die erschöpfende Darlegung aller mit dieser überaus wichtigen Frage zusammenhängenden Momente würde uns zwar ganz nothwendig allzusehr von unserem eigentlichen Gegenstande abbringen; daß aber das soeben angedeutete Princip der Flammenvertheilung gerade unter dem besagten Gesichtspunkte und speciell insolange es sich um die Beleuchtung von geradlinigen Bankreihen handelt, seine vollste Berechtigung hat, hoffen wir nachstehend beweisen zu können.

Wir nehmen zu dem Ende an, es solle die zuvor ins Auge gefaßte Schulbank AB nunmehr durch zwei, in ihrer Gesammtwirkung gleichwerthige Brenner L_1 und L_2 ersetzt werden (Fig. 6), wovon jeder einzelne also eine Intensität von $i = \frac{J}{2} = 50$ Kerzen besitzt; im Uebrigen aber sollen die früheren Daten beibehalten werden.

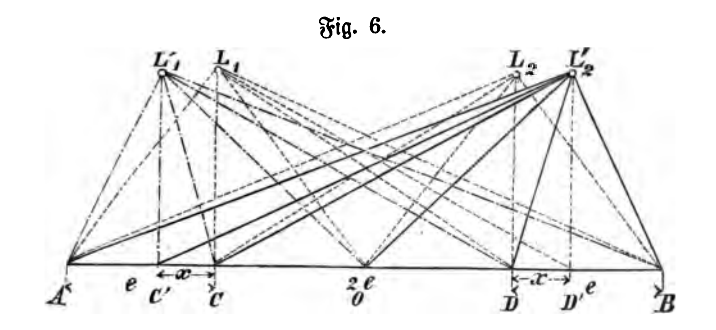
Daß durch die leider nicht selten anzutreffende Aufstellung dieser Lichtquellen über den Punkten C und D die gewünschte Gleichmäßigkeit der Beleuchtung nicht erreicht werden kann, ist wohl leicht begreiflich. Denn insolange beispiels-

weise die Lichtquelle L_1 allein functionirt, erhalten die Punkte A und O je eine Helligkeit von

$$\frac{i\,h}{(e^2+h^2)\sqrt{e^2+h^2}} = \frac{125}{32\cdot8} = 3\cdot81 \text{ Mtk.}$$

In dem Augenblicke aber, wo die zweite Lichtquelle L_2 hinzutritt, wird einerseits die Helligkeit in O um gerade das Doppelte, jene in A dagegen nur um Weniges vermehrt. Merkwürdiger Weise scheint nun bei der Anordnung derartiger Anlagen, die hier und anderswo noch immer in großer An-

Fig. 6.



zahl in Verwendung stehen, gerade diesem Umstande nach keiner Richtung hin irgendwie Rechnung getragen worden zu sein, weshalb es denn auch wohl keineswegs befremden darf, daß jene Anlagen sich nachträglich als durchaus unzweckmäßig erwiesen.

Der besagten Ungleichheit in der Zunahme der Helligkeiten an den Punkten A und O durch das Hinzutreten der zweiten Lichtquelle L_2 kann aber in einer ziemlich nahe liegenden Weise, dadurch nämlich begegnet werden, daß man vorerst durch allmälige Verschiebung der Lichtquelle L_1 allein, mithin *unter vorläufiger* Belassung von L_2 über dem

Punkte D, gegen A hin die Helligkeit dieses letzteren Punktes um ein gewisses, durch Rechnung noch zu ermittelndes Maß erhöht, wodurch dann offenbar gleichzeitig auch das in O auftretende Uebermaß an Helligkeit mehr und mehr vermindert wird, und diese Verschiebung so lange fortsetzt, bis endlich die Summen der in A und in O sich ergebenden Helligkeiten unter einander möglichst gleich werden.

Zu dem Ende sei denn L_1 nach und nach in die Stellung L'_1 gebracht, ihr Fußpunkt C also nach C′ gerückt worden. Vor dieser Verschiebung herrschte

in O die Helligkeit:

$$2 \cdot \frac{i\,h}{(e^2 + h^2)\sqrt{e^2 + h^2}} = \frac{250}{32{\cdot}8} = \,.\,.\ 7{\cdot}62 \text{ Mtk.}$$

in A die Helligkeit:

$$\frac{i\,h}{(e^2 + h^2)\sqrt{e^2 + h^2}} + \frac{i\,h}{(9\,e^2 + h^2)\sqrt{9\,e^2 + h^2}} =$$

$$= \frac{125}{32{\cdot}8} + \frac{125}{264{\cdot}06} = \,.\,.\ 4{\cdot}28 \text{ Mtk.}$$

Damit also die vorhandene Lichtmenge innerhalb der Strecke AO möglichst gleichmäßig vertheilt zur Wirkung gelange, muß durch die in Rede stehende Verschiebung von L_1 nach L'_1 an dem am schwächsten beleuchteten Punkte A eine Helligkeit hervorgebracht werden, welche sich dem mittleren Helligkeitswerthe $\frac{7{\cdot}62 + 4{\cdot}28}{2} = 5{\cdot}95 = \text{rot. } 6$ Meterkerzen möglichst nähert. Zu dem Ende muß aber offenbar die Gleichung bestehen:

$$\frac{i\,h}{[(e - x)^2 + h^2]\sqrt{(e - x)^2 + h^2}} + \frac{i\,h}{(9\,e^2 + h^2)\sqrt{9\,e^2 + h^2}} = 6,$$

woraus durch Einsetzung der obigen Daten sich der gesuchte Abstand ergiebt:

$$x = 0{\cdot}67 = \text{rot. } 0{\cdot}7 \text{ Mtr.}$$

In der solcherart ermittelten Stellung der linksseitigen Lichtquelle L_1 würde nun offenbar nur die linksseitige Strecke A O möglichst gleichmäßig beleuchtet sein, nicht ebenso aber die Strecke B O, und dies insolange, als L_2 in D verbleibt. Soll also auch B O gleichmäßig beleuchtet erscheinen, so muß in ganz analoger Weise auch L_2 um den gleichen Abstand x nach rechts, mithin in die neue Stellung L'_2 gerückt werden. Nach erfolgter Vornahme dieser beiden Verschiebungen ergeben sich nunmehr an den einzelnen Punkten der zu beleuchtenden Linie A B die nachstehenden Helligkeiten, und zwar

in A und B: $$\frac{i\,h}{[(e-x)^2+h^2]\sqrt{z}} + \frac{i\,h}{[(3\,e+x)^2+h^2]\sqrt{z}} =$$
$$= \frac{125}{22{\cdot}39} + \frac{125}{165{\cdot}65} = \;.\;.\;6{\cdot}33 \text{ Mtk.}$$

in C_1 und D_1: $$\frac{i}{h^2} + \frac{i\,h}{[4\,(e+x)^2+h^2]\sqrt{z}} =$$
$$= \frac{50}{6{\cdot}25} + \frac{125}{212{\cdot}46} = \;.\;.\;8{\cdot}59 \text{ Mtk.}$$

in C und D: $$\frac{i\,h}{(x^2+h^2)\sqrt{z}} + \frac{i\,h}{[(2\,e+x)^2+h^2]\sqrt{z}} =$$
$$= \frac{125}{17{\cdot}52} + \frac{125}{150{\cdot}76} = \;.\;.\;7{\cdot}95 \text{ Mtk.}$$

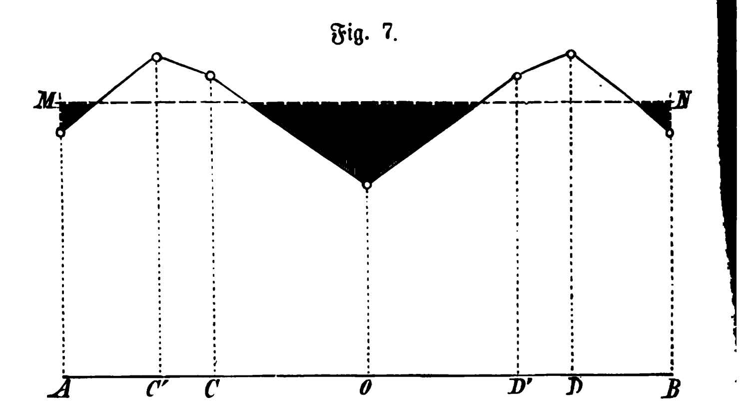
in O: $$2\,.\,\frac{i\,h}{[(e+x)^2+h^2]\sqrt{z}} = \frac{250}{49{\cdot}83} = \;.\;.\;5{\cdot}02 \text{ Mtk.}$$

in welchen Formeln die der Kürze halber mit z bezeichnete Wurzelgröße den jeweilig vor dieser letzteren stehenden Factor bedeutet.

Die mittlere Helligkeit (M N) der gegebenen Schulbank beträgt demnach in diesem Falle $\frac{50{\cdot}76}{7} = 7{\cdot}25$ Meterkerzen; durch Auftragung der ermittelten Helligkeitswerthe aber erhalten wir das in Fig. 7. dargestellte Bild der nunmehr erreichten Lichtvertheilung.

Vergleicht man nun diese graphische Darstellung mit den in Fig. 5 veranschaulichten Ergebnissen, so gelangt man

Fig. 7.



zu der Ueberzeugung, daß die Verwendung von Central-Lichtquellen an Stelle von Einzelflammen speciell für die Beleuchtung von geradlinigen Bankreihen eine durchaus unzweckmäßige Beleuchtungsart ist, und zwar:

1. indem sie einer gewissen Anzahl von Schülern ein nachgerade blendendes Uebermaß an Helligkeit, der überwiegendsten Mehrheit derselben hingegen auch nicht annähernd die ihnen unbedingt erforderliche Lichtmenge liefert, in Folge dessen gerade jenes Uebermaß aus dem Grunde höchst nachtheilig wirken muß, weil es ein allgemeines Lichtbedürfniß schafft,

;, wenn überhaupt, doch gewiß nur in einer sehr geringen zahl von Haushaltungen befriedigt zu werden vermag;

2. indem sie in besonderer Rücksicht auf die hier in)e stehende Aufstellung der Lichtquelle nur eine mittlere ligkeit zu liefern im Stande ist, welcher gegenüber die ch eine Anzahl von in ihrer Gesammtheit gleich intensiven zelflammen erreichbare mittlere Helligkeit sehr bedeutend er ist.

Ganz wesentlich anders gestaltet sich die Sache in dem le, wobei wir uns die gegebene Lichtquelle senkrecht über Mittelpunkte der zu beleuchtenden Fläche angebracht und e letztere selbst als einen bestimmten Theil der Kreisfläche ken. So würden wir es in dem betrachteten Beispiele mit m Halbkreise von $e\pi = 8$ Meter Länge zu thun haben: r einzelne Punkt des zu beleuchtenden Bogens würde nach

$$e = \frac{8}{3{\cdot}14} = 2{\cdot}5 \text{ Mtr.}$$

dem Fußpunkte der Lichtquelle entfernt sein, mithin eine ligkeit von

$$\frac{i\,h}{+ h^2)\sqrt{e^2 + h^2}} = \frac{i\,h}{2\,e^3\sqrt{2}} = \frac{250}{44{\cdot}1875} = 5{\cdot}66 \text{ Meter-}$$

en erhalten.

Die gegebene Bank würde also nicht nur durchaus chmäßig beleuchtet erscheinen, sondern überdies eine Hellig- aufweisen, welche in jeder Haushaltung erreichbar und sächlich auch zu gewärtigen ist, so daß jeder der hier in racht gezogenen Schüler in der Schule und im Eltern- se unter völlig identischen Beleuchtungsverhältnissen arbei- würde.

Ob und inwieferne nun die Stellung der Schulbänke in amphitheatralischer Form den pädagogischen Principien entspricht, dies müssen wir der Beurtheilung der hierzu berufenen Fachmänner überlassen. Von unserem Standpunkte aber sind wir auf Grund der vorstehenden Darlegungen wohl zweifelsohne zu der Folgerung berechtigt:

Ein Schulzimmer mit geradlinigen Bankreihen läßt sich nur mittelst einer angemessenen Anzahl von zweckmäßig disponirten Einzelflammen, ein solches mit im Halbkreise angeordneten Bankreihen nur mittelst einer einzigen, entsprechend intensiven Central-Lichtquelle wirksam und rationell beleuchten.

V.

Vorgang bei Gasbeleuchtungsanlagen.

Die vorangegangenen Untersuchungen lassen es wohl ohneweiters erkennen, wie durchaus ungerechtfertigt es ist, sich für eine gewisse Beleuchtungsart oder eine gewisse Anzahl von Flammen zu entscheiden, bevor man noch die Forderung ins Auge gefaßt und ziffernmäßig ausgedrückt hat, welche jeweilig vorliegt. Denn ebenso wie aus dem zuvor betrachteten Beispiele einmal die Zweckmäßigkeit der Verwendung von mehreren Einzelflammen, ein andermal wieder die Nothwendigkeit bezüglich der Benützung von Central-Lichtquellen sich ergab, ebenso ist die Vornahme einer rationellen Auswahl zwischen den vorhandenen Brennern an und für sich an

die Erwägung einer Reihe von in jedem speciellen Falle in ganz besonderer Weise sich geltend machenden Momenten gebunden, so daß man im Allgemeinen weder von einer Beleuchtungsart behaupten kann, sie sei gut oder minder, noch daß ein bestimmter Brenner zu empfehlen ist oder nicht. Es muß vielmehr mit zwingender Nothwendigkeit in jedem einzelnen Falle stets wieder und wieder in allererster Linie der Zweck der beabsichtigten Anlage vollkommen erfaßt und müssen ebenso alle damit im naturgemäßen Zusammenhange stehenden Verhältnisse genau geprüft werden.

Daraus folgt, daß der von den Praktikern heute ziemlich allgemein übliche Vorgang, welcher darin besteht, vor Allem an die Wahl der zu verwendenden Lichtquelle zu schreiten, um darauf erst die dem sogenannten »technischen Gefühle« entsprechende Anzahl der Flammen zu bestimmen, die Aufhänghöhe dieser letzteren aber gar von der jeweilig auf dem Markte vorräthigen Vorrichtung abhängig zu machen, dem Wesen der zu lösenden Aufgabe ganz und gar zuwiderläuft.

Denn von den hierbei in Betracht kommenden Factoren: J = Intensität der Lichtquelle, h = Aufhänghöhe derselben, e = horizontaler Abstand des zu beleuchtenden Ortes und H = Helligkeit dieses letzteren, sind in jedem speciellen Falle blos H und e von vornherein völlig gegeben und ihrer Natur nach durchaus unabänderlich, wogegen die beiden erstgenannten Factoren erst in ein von Fall zu Fall zu bestimmendes Abhängigkeitsverhältniß zu einander gebracht werden müssen.

So stellt — um auf unser obiges Beispiel zurückzukehren — *Dr. H. L. Cohn*, Professor der Augenheilkunde

an der königlichen Universität zu Breslau, auf Grund einer großen Reihe höchst sorgfältig durchgeführter Untersuchungen, welche in seinem überaus werthvollen Büchlein: »Ueber den Beleuchtungswerth der Lampenglocken« (Wiesbaden, Verlag von J. F. Bergmann, 1885) ausführlich besprochen sind, die Anforderung, daß beim Lesen und Schreiben die Benützung einer Flamme nur in einer Distanz und nur bei solchem Einfallswinkel hygienisch zu billigen ist, in welcher die Papierhelligkeit nicht weniger als zehn Meterkerzen beträgt. Es müßte demnach in unserem Falle (Fig. 6) selbst der sonst am schwächsten beleuchtete Punkt O eine Helligkeit erhalten, deren Zahlenwerth der Gleichung zu genügen hätte:

$$2 \cdot \frac{i\,h}{[(e+x)^2+h^2]\sqrt{(e+x)^2+h^2}} = 10$$

Soll nun die ursprüngliche Lichtquelle (i = 50 Kerzen) auch unter dieser neuen Bedingung beibehalten werden, so darf deren neue Aufhänghöhe nur noch

$$h_1 = \frac{\sqrt{[(e+x)^2+h_1^2]^3}}{10}$$

Meter betragen.

Ist aber diese neue Aufhänghöhe aus localen Rücksichten, sei es baulicher oder hygienischer Natur (im ersteren Falle in Folge der vorhandenen zu geringen Deckenhöhe, im letzteren wieder wegen der allenfalls zu großen Wärmestrahlung), nicht zulässig, so bleibt nichts Anderes übrig, als unter Beibehaltung der ursprünglichen Aufhänghöhe h eine neue Lichtquelle einzuführen, deren Intensität der in der neuen Gleichung

$$i_1 = \frac{5\sqrt{[(e+x)^2+h^2]^3}}{h}$$

enthaltenen Anforderung entsprechen muß.

Bei dieser Ermittelung haben wir noch einen wesent-ichen Umstand in Betracht zu ziehen. Wir haben bisher ıämlich unter dem Ausdrucke »Helligkeit« immer blos jene Lichtwirkung verstanden, welche eine gegebene Lichtquelle an ınd für sich hervorzubringen im Stande ist. Diese Licht-virkung kann jedoch in der Praxis dadurch ganz bedeutend rhöht, beziehungsweise verringert werden, wenn man, wie ies insbesondere bei den neuerer Zeit mehr und mehr zur Verwendung kommenden Intensiv-Gasbrennern der Fall, die etreffende Lichtquelle mit mehr oder minder entsprechenden Glocken versieht.

Hinsichtlich des ziffernmäßig ausdrückbaren Effectes dieser Vorrichtungen war man nun freilich bis zum Bekanntwerden der oben citirten Untersuchungen von Professor Dr. Cohn n gänzlicher Unkenntniß gewesen; dem genannten Forscher verdanken wir nunmehr eine große Reihe durchaus verläß-licher, für die Praxis überaus werthvoller Daten. Bezüglich der bahnbrechenden Methoden, welche zur Feststellung der-elben geführt, müssen wir den Leser auf das vorhin bezeich-nete Werk selbst verweisen, woraus in erster Linie der Fa-brikant von Beleuchtungsvorrichtungen die Erkenntniß schöpfen dürfte, daß zur zweckmäßigen Herstellung dieser letzteren die Durchführung einer Reihe photometrischer Erhebungen be-dingungslos unentbehrlich ist. Um andererseits aber auch den Installateur davon zu überzeugen, daß es für ihn in gleicher Weise durchaus nothwendig ist, einen sicheren Einblick n die bezüglichen Verhältnisse zu gewinnen, ehe noch an die Benützung dieses oder jenes Objectes überhaupt auch nur gedacht werden kann, wollen wir uns lediglich darauf be-schränken, nachfolgend blos jene Werthe tabellarisch zusammen zu stellen, welche sich auf die Wirkungen beziehen, die bei

Bezeichnung der Glocke	Unterer Durchmess.	Oberer Durchmess.	Höhe	Aufhänghöhe des Brenners	Berechnete Helligkeit	Gefundene Helligkeit	Gewinn (+) u. Verlust (—) an Licht
	cm	cm	cm	m	mtk.	mtk.	mtk.
1. Neusilberner Halbkugel-Reflector	36·5	—	13·5	0·75 1·00 1·50	178 100 44	1768 1088 503	+1590 + 988 + 459
2. Polirter Blechschirm	35·0	8·0	7·8	0·50 0·75 1·00	400 178 100	537 265 181	+ 137 + 87 + 81
3. Milchglasglocke, Kesselform	23·0	7·0	19·0	0·50 0·75 1·00	400 178 100	415 207 126	+ 15 + 29 + 26
4. Milchglasglocke, Trichterform	26·0	7·0	11·0	0·50 0·75	400 178	365 204	— 35 + 26
5. Milchglasglocke, Trichterform	27·5	8·0	19·0	0·50 0·75 1·00	400 178 100	347 204 139	— 53 + 26 + 39
6. Pariser Schirm, unten hell	22·0	6·5	15·0	0·50 0·75 1·00	400 178 100	361 170 126	— 39 — 8 + 26
7. Papierschirm mit Glimmer	30·0	11·0	12·5	0·50 0·75 1·00	400 178 100	401 156 94	+ 1 — 22 — 6
8. Pariser Schirm, unten matt	26·0	7·0	11·0	0·50 0·75	400 178	248 136	— 152 — 42
9. Pariser Schirm, oben matt	24·0	7·0	14·0	0·50 0·75 1·00	400 178 100	177 128 78	— 223 — 50 — 22
10. Flacher weißlackirter Blechschirm	37·0	8·0	4·5	0·50 0·75 1·00	400 178 100	163 89 80	— 237 — 89 — 20
11. Steiler weißlackirter Blechschirm	28·0	8·0	6·5	0·50 0·75 1·00	400 178 100	132 83 48	— 268 — 95 — 52
12. Pariser Schirm, ganz Milchglas	21·0	6·0	13·0	0·50 0·75 1·00	400 178 100	132 83 48	— 268 — 95 — 52

Verwendung der heute gangbarsten Arten von Lampenglocken gerade senkrecht unter der betreffenden Lichtquelle direct ermittelt und hierauf durch Rechnung auf eine imaginäre Lichtquelle von der Intensität $J = 100$ Kerzen bezogen wurden: aus der Vergleichung dieser beiden Werthe ergeben sich dann die von den betreffenden Glocken zu gewärtigenden Lichtgewinne und Verluste.

Es braucht wohl kaum erst besonders betont zu werden, daß die in der vorstehenden Tabelle angeführten berechneten Helligkeitswerthe in der Praxis niemals vollständig erreicht werden können. Denn während die bezügliche Formel auf der stillschweigenden Voraussetzung basirt, daß die betreffende Lichtquelle gewissermaßen nur als ein leuchtender Punkt zur Wirkung gelangt, haben wir es in der Wirklichkeit mit leuchtenden Flächen von mehr oder minder großer Ausdehnung zu thun, die als solche, im Gegensatze zu einem leuchtenden Punkte, nach den verschiedenen Richtungen des Raumes auch verschieden große Lichtmengen ausstrahlen. Bei der Verfolgung der uns gestellten Aufgabe kommt es indeß, wie begreiflich, darauf auch gar nicht an: die Rechnung kann hierbei keine andere denn die, allerdings sehr wichtige, Bestimmung haben, den Gang der experimentellen Untersuchung innerhalb naturgemäßer Grenzen einzuschließen; Sache des solcherart präcisirten Experimentes selbst ist es dann, die fraglichen Zahlenwerthe unter Rücksichtnahme auf die Zwecke der Praxis festzustellen.

Fassen wir nunmehr das Gesagte in Kürze zusammen, so ergiebt sich als Grundlage für eine in rationeller Weise auszuführende Gas-Installation der nachfolgende Vorgang:

1. Man bestimme vor Allem jenen Helligkeitsgrad, welchen *selbst der* am ungünstigsten gelegene

Punkt der zu beleuchtenden Fläche erhalten muß, damit an demselben die jeweilig verlangte Arbeit unter den daran billig zu stellenden hygienischen Anforderungen überhaupt ausgeführt werden kann;

2. man ermittle hierauf jene Höhenlage, in welcher die fragliche Lichtquelle weder in hygienischer, noch auch in baulicher Beziehung eine störende oder gar nachtheilige Wirkung auszuüben vermag;

3. man wähle endlich aus der Anzahl der vorhandenen Brenner jenen heraus, der unter sonst annähernd gleichen Consumverhältnissen eine Intensität aufweist, welche es ermöglicht, bei Einhaltung der zuvor ermittelten Aufstellungshöhe die jeweilig beanspruchte Helligkeit sicher zu erreichen.

Zweiter Abschnitt.

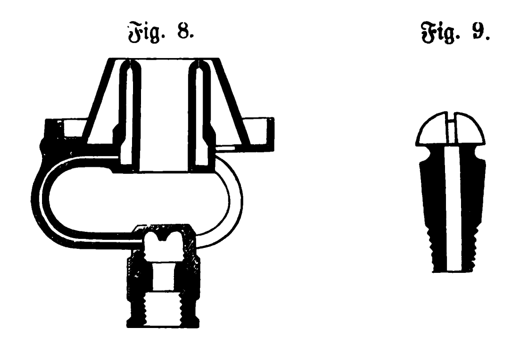
Die Grundlagen der Gas-Installation.

VI.

Unmaßgebliche Lichtmessungen.

Im Hinblicke auf die im Verlaufe der Jahre auf dem Gebiete der Gasbeleuchtung reichlich angesammelten Daten über den Leuchtwerth der verschiedenen Lichtquellen könnte es leicht scheinen, als bedürfte es zur Erfüllung der im Vorstehenden abgeleiteten Forderungen nunmehr keinerlei weiterer Erhebungen. Denn, abgesehen davon, daß die heute in Verwendung stehenden Brenner schon von dem Fabrikanten derselben selbst nach der besagten Richtung geprüft zu werden pflegen, ehe sie noch auf den Markt gelangen, sowie, daß die bezüglichen Angaben im Ferneren auch von den betreffenden Beleuchtungs-Unternehmungen zumeist revidirt werden, so unterliegt die Leuchtkraft des Gases zudem einer periodischen Controle durch die behördlichen Organe der hierbei interessirten Gemeinden insoferne, als diese, wie ja von selbst klar, die Verpflichtung haben, im eigenen und im öffentlichen Interesse dar*über zu wachen*, daß das jeweilig zur Ver-

gleicher stündlicher Gasverbrauchsfähigkeit (Fig. 9), so leuchtet es gewiß ganz von selbst ein, daß sowohl die Art der Gas-, wie auch jene der Luftzuführung in beiden Fällen eine wesentlich verschiedene ist. Denn während beim Rundbrenner die Geschwindigkeit des Gasstromes zunächst im unteren Vertheilungskörper, dann innerhalb der engen und gebogenen Zuleitungsröhrchen, ferner bei dem Eintritte des Gasstromes in die Specksteinkammer an den Wänden derselben, endlich noch bei seinem Austritte an den Rändern der 24 kleinen Oeffnungen mehr und


Fig. 8. Fig. 9.

mehr abgeschwächt wird, so daß das Gas an den Ort seiner Verbrennung unter einem nahezu auf Null reducirten Ueberdrucke gelangt, erfährt der Gasstrom im Hohlkopfbrenner eine Druckreduction im Innern der kleinen Hohlkugel des Brennerkopfes allein. Und während im ersteren Falle der Gasstrom von einem äußeren und einem centralen Luftstrome gleichzeitig begleitet wird, wird derselbe im zweiten Falle nur seitlich von der hinzutretenden Luft berührt. Die Mischung der beiden Gasarten findet demnach in beiden Fällen unter durchaus verschiedenen Verhältnissen statt, was zur nothwendigen Folge hat, daß die Ergebnisse beider Verbrennungs-

arten von unter einander wesentlich verschiedener Lichtwirkung sein müssen.

Dazu kommt hierbei noch ein weiterer Umstand in Betracht. Der Druck, unter welchem bei der Vornahme der fraglichen Controlmessungen das Gas zu dem besagten Rundbrenner geleitet wird, muß der vertragsmäßigen Vereinbarung zufolge genau dem Gewichte einer Wassersäule von 15 Millimeter Höhe entsprechen; der gewöhnliche Straßenbrenner dagegen steht unter einem der naturgemäßen Benützung der Anlage entsprechend stets wechselnden Drucke, welch letzterer innerhalb sehr weiter Grenzen (20—60 Millimeter) schwankt.

Denn die Größe des jeweilig an einer bestimmten Stelle des Rohrnetzes herrschenden Gasdruckes hängt, wie leicht begreiflich, zunächst von der örtlichen Höhenlage jener Stelle dem betreffenden Gaswerke gegenüber, dann aber auch von der Weite der fraglichen Rohrleitung, endlich noch von der individuellen Eigenartigkeit des Beleuchtungsobjectes ab. Jede nachträgliche Vermehrung dieses einmal normirten Gasdruckes zieht aber eine Vermehrung des ursprünglichen Gasconsums ganz nothwendig nach sich.

Man kann sich denn auch von der Größe der hierbei auftretenden Consumdifferenz sehr leicht dadurch überzeugen, indem man eine Gasflamme noch vor Eintritt der Abenddämmerung anzündet und abwartet, bis zum Zwecke der Inbetriebsetzung der öffentlichen Straßen der Regulator an der Gasabgabsstelle entsprechend belastet wird, um durch den damit erhöhten Druck den erforderlichen Gasstrom bis in die entferntesten Stadttheile gelangen zu lassen. Dreht man nämlich in diesem Augenblicke den betreffenden Gashahn nicht entsprechend ab, so fängt die fragliche Flamme in einer Weise zu *zischen an, wodurch* auch der Laie die Ueberzeugung

zu können, müßten jene Zahlenwerthe dem Gesagten zufolge unter Zugrundelegung jener Brennerconstruction und jener Druckverhältnisse ermittelt worden sein, womit der Installateur in dem gerade vorliegenden neuen Falle zu rechnen hat. Nun sind aber einerseits die im Handel vorkommenden Brenner eines und des nämlichen Systems untereinander bei weitem niemals gleichwerthig, während andererseits die besagten Druckverhältnisse in den betreffenden »Tabellen« zumeist in gar keiner Weise präcisirt erscheinen.

Aber noch mehr. Das jeweilig zu verwendende Leuchtgas besitzt eine gewisse Dichte, deren Größe mit der Qualität des Rohmateriales, woraus dasselbe gewonnen wurde, mit der Dauer des Destillationsprocesses, mit der hierbei aufgewandten Wärme, mit der Art des Reinigungsverfahrens und dergleichen mehr, in einem innigen Zusammenhange steht. Bezieht also etwa, wie in zahlreichen Fällen, ein in Wien etablirter Installateur einen in Berlin erzeugten Brenner, dessen Leuchtkraft dortselbst mit beispielsweise 14 Kerzen genau ermittelt wurde, so würde es sehr weit gefehlt sein, wollte man diese seine Leuchtkraft ohneweiters auch hier gelten lassen. Denn von den zuvor genannten Factoren, welche bei der Darstellung des Leuchtgases in Betracht zu ziehen sind und auf die Beschaffenheit desselben ganz nothwendig einen Einfluß üben, kommt an den beiden zuvor genannten Orten bewußter Weise gewiß auch nicht ein einziger unter den nämlichen Verhältnissen zur Geltung, so daß — wie durch Versuche leicht nachweisbar — die Dichten jener beiden Gasarten untereinander durchaus verschieden sein müssen.

Nun ist es zwar noch keineswegs festgestellt, welche ziffernmäßig ausdrückbare Relation zwischen der Dichte des

Nachschlagewerke überzugehen pflegen. Wir haben im Verlaufe der Jahre eine große Anzahl derartiger Angaben angesammelt, bei deren näherer Betrachtung aber immer wieder die merkwürdige Wahrnehmung machen müssen, daß die überwiegendste Anzahl der jeweilig neuen Brenner bei ihrem ersten Erscheinen auf dem Markte von »Leuchtwerth-Tabellen« begleitet werden, woraus jedesmal der gläubige Leser aufs Neue die Ueberzeugung gewinnen soll, es nunmehr mit ein r Vorrichtung zu thun zu haben, welche im Vergleich zu den bis dahin bekannten eine Mehrleistung von »33 Prozent« gewährt.

In einigen Fällen waren wir indeß freilich in der Lage, die absolute Unwahrheit jener Behauptungen ganz ohne Mühe nachweisen zu können: der betreffende »Erfinder« besaß nämlich weder selbst ein Photometer, noch kannte er überhaupt einen solchen, und war es ihm auch gar nicht in den Sinn gefallen, seinen »neuen« Brenner photometrisch prüfen zu lassen — war es doch begreiflicher Weise weit bequemer und auch billiger, eine der jüngsten »Beleuchtungs-Tabellen« der Concurrenten um eine neue Zeile zu bereichern, welche nunmehr eine Leuchtkraftangabe enthält, die, auf die fragliche Erfindung bezogen, gegenüber der unmittelbar voranstehenden Angabe eine um die gewissermaßen traditionellen »33 Prozent« höhere Ziffer aufweist.

Nun giebt es hie und da freilich auch Messungsergebnisse, die mit Rücksicht auf die Namen der Experimentatoren, von welchen dieselben ermittelt wurden, unser vollstes Vertrauen verdienen. Können also wenigstens diese Angaben von dem Installateur bei der beabsichtigten Projectsverfassung benützt werden?

Wir antworten hierauf mit einem ganz entschiedenen Nein! Denn, um *eine wirklich* zweckmäßige Anwendung finden

menge nur 0·36 beträgt, so wird eben jener Brenner bei Verwendung eines Gases von der Dichte 0·49 nur

$$140 \cdot \frac{\sqrt{36}}{\sqrt{49}} = 120 \text{ Liter}$$

Gas pro Stunde verbrauchen können.

Es folgt hieraus, daß die Feststellung des zweckdienlichen Gasbedarfes mit Rücksicht auf einen gegebenen Brenner nur dann völlig getroffen werden kann, wenn man hierbei von der einmal ermittelten, im Ferneren unverändert bleibenden Größe der Dichte des zur Verfügung stehenden Gases ausgeht. Wird dagegen der solcherart adjustirte Brenner an einen Ort gebracht, wo das Gas mehr oder minder dicht ist im Vergleich zu demjenigen Gase, bei dessen Benützung die fragliche Adjustirung erfolgte, so kann der nämliche Brenner fortan offenbar nur unzweckmäßig functioniren, und zwar wird im ersteren Falle dessen Lichtwirkung eine zu geringe sein müssen, weil der Brenner nicht die von ihm erforderliche Gasmenge erhält, während im letzteren Falle ein im Verhältniß zu der geringeren Dichte des Gases stehendes Gasquantum unverbrannt, weil überschüssig, aus dem Brenner entweichen muß. Dies sind denn auch in der That die Uebelstände, denen wir bei den meisten Gaseinrichtungen begegnen: einerseits sind es schwankende Flammen, denen der Leuchtstoff schier auszugehen scheint, wogegen wir andererseits Flammen antreffen, welche sich durch ein weithin hörbares Zischen bemerkbar machen und in Folge einer nahezu greifbaren Ausscheidung von Ruß die Decken der betreffenden Räume schon in ganz kurzer Zeit schwärzen.

Aus dem Gesagten können wir nunmehr die Folgerung ziehen, daß sowohl die Ergebnisse behördlicher Control-Licht-

messungen, wie auch die bezüglichen Angaben der betreffenden Fabrikanten für die Zwecke der Praxis absolut werthlos sind, so daß der gewissenhafte Installateur sich schlechterdings der Aufgabe nicht entziehen kann, den jeweiligen Werth der einschlägigen Factoren durch eine Reihe von experimentellen Erhebungen von Fall zu Fall selbst ermitteln zu müssen. Es sind dies:

a) die Dichte des zu verwendenden Gases,
b) der in der Leitung verfügbare Gasdruck,
c) die erforderliche Lichtstärke,
d) die zur Erreichung derselben nöthige Gasmenge.

VII.

Specifisches Gewicht des Gases.

Unter der Dichte eines Körpers versteht man bekanntlich die von dessen gesammter Masse auf die Volumseinheit entfallende Menge derselben. Bezeichnen wir also mit V das Volumen des fraglichen Körpers und mit M die Masse desselben, so kann dessen absolute Dichte D durch die Gleichung ausgedrückt werden:

$$D = \frac{M}{V}.$$

Leider sind wir schlechterdings nicht im Stande, die Größe M irgendwie bestimmen zu können; in Folge dessen müssen wir denn auch auf die Kenntniß von D verzichten

und uns darauf beschränken, die **relative** Dichte des gegebenen Körpers dadurch auszudrücken, indem wir die in der Volumseinheit enthaltene Masse eines zweiten Körpers zur Grundlage wählen und hierauf das Vielfache jener Masse des zuerst gedachten Körpers suchen, die gleichfalls von der Volumseinheit eingeschlossen wird.

Jener zweite, lediglich des Vergleiches halber herangezogene Körper ist nun bezüglich der Gase die atmosphärische Luft. Sagen wir also, die relative oder **specifische** Dichte eines Gases ist 0·5, so wollen wir damit ausdrücken, daß bei gleichen Volumina das in Rede stehende Gas nur die Hälfte jener Masse enthält, welche unter den nämlichen Verhältnissen die Luft besitzt.

Je größer aber die Masse eines Körpers ist, desto größer ist auch die Druckwirkung desselben auf jenes Hinderniß, welches sich seiner naturgemäßen freien Bewegung (d. i. seinem Falle oder Auftriebe) entgegenstellt. Diese Druckwirkung bezeichnen wir bekanntlich mit dem Ausdrucke: **Gewicht**. Das specifische Gewicht eines Körpers ist demnach der specifischen Masse, mithin auch der specifischen Dichte desselben direct proportional, so daß wir die specifische Dichte eines Gases dem specifischen Gewichte desselben als äquivalent setzen und letzteres nunmehr wie folgt definiren können:

Das specifische Gewicht eines Gases ist das Verhältniß zwischen dem Gewichte desselben und jenem der atmosphärischen Luft bei gleichen Volumina.

Diese Definition weist denn ganz unmittelbar auf die Methode hin, welche zur Ermittelung der fraglichen Verhältnißzahl führen muß, nämlich auf die directe Wägung gleich großer Volumina von Gas und Luft. Ein solches Verfahren

ist indeß — wie übrigens von selbst begreiflich — mit nicht geringen praktischen Unzukömmlichkeiten verbunden und liefert bei nicht genauester Beachtung der hierbei vielfach auftretenden Fehlerquellen ganz unzuverlässige Resultate. Für die Zwecke der Praxis verdienen dagegen insbesondere die drei nachfolgend beschriebenen Methoden empfohlen zu werden.

a) Methode von Recknagel.

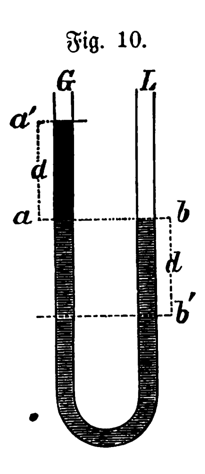
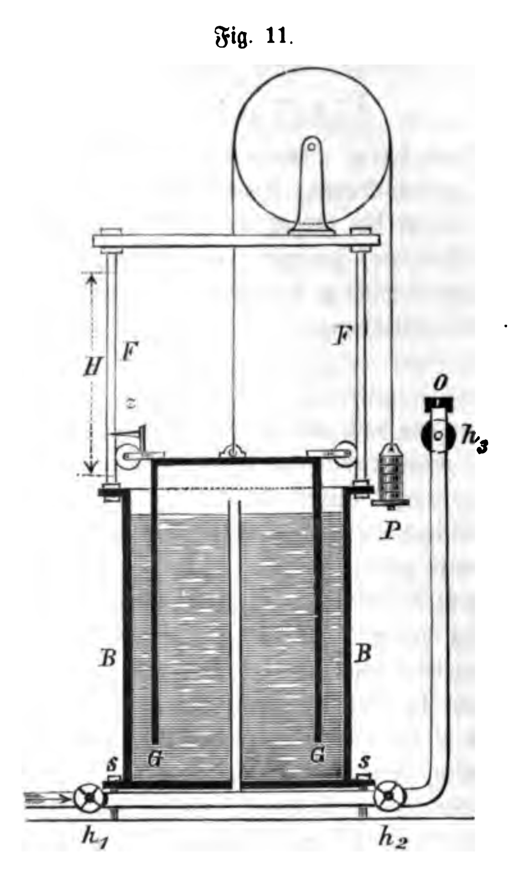


Fig. 10.

Dieselbe beruht auf dem Principe der communicirenden Röhren und besteht im Wesentlichen darin, daß man in eine genau calibrirte U-förmig gebogene Glasröhre (Fig. 10), die etwa bis zur Niveaulinie a b mit Wasser gefüllt ist, durch den einen Arm (L) atmosphärische Luft, durch den andern (G) aber ein gleiches Volumen des zu untersuchenden Gases genau unter demselben Drucke einströmen läßt. Haben nun, wie eben im vorliegenden Falle, die beiden hierdurch hergestellten Gassäulen von gleicher Höhe nicht auch das nämliche specifische Gewicht, so kann offenbar in dem Momente, wo die zwischen denselben befindliche Sperrflüssigkeit zur Ruhe gelangt, diese letztere nicht mehr auf dem ursprünglichen Niveau a b stehen, weil zur Schaffung jenes neuen Gleichgewichts-Zustandes die zwischen den beiden Gassäulen bestehende Druckdifferenz durch den Druck der gehobenen Flüssigkeit a a' ausgeglichen werden mußte. Liest man also an einem mit dem Apparate in Verbindung stehenden Differential-Manometer die entstandene Niveaudifferenz $2\,a\alpha' = 2\,d$ ab, so kann man aus dem so erhaltenen Werthe unter Zuhilfenahme einer auf experi-

Es ist nun klar, daß die mittelst des Zeigers z an der linksseitigen Führungssäule abgelesene Wegstrecke H, welche

Fig. 11.



von der Glocke zurückgelegt werden mußte, damit das eine Mal die darin eingeschlossene Luft-, das andere Mal die gegebene Gasmenge aus derselben entweichen konnte, bei diesem

$$v = \frac{s}{t} \text{ oder } v^2 = \frac{s^2}{t^2} \text{ und ebenso } V^2 = \frac{S^2}{T^2}.$$

Durch Einsetzung dieser Werthe geht die obige in die neue Gleichung über:

$$P : p = \frac{s^2}{t^2} : \frac{S^2}{T^2}.$$

Bezeichnet hierin aber, um nunmehr auf unseren speciellen Fall zurückzukehren, P das Gewicht einer bestimmten Luftmenge, so ist der obigen Definition des specifischen Gewichtes gemäß $P = 1$ zu setzen; und bezeichnen wir das noch zu ermittelnde Gewicht p des gegebenen Gases mit x, so erhalten wir die Gleichung:

$$x = \frac{S^2}{s^2} \cdot \frac{t^2}{T^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Denken wir uns nun (Fig. 11) den mittelst der Stellschrauben s genau horizontal gestellten cylindrischen Behälter BB und die darin befindliche, gleichfalls cylindrische Glocke GG von bestimmtem Rauminhalt (etwa 3 Liter) mit Wasser gefüllt, so wird letztere, sobald der Hahn h_1 geöffnet und die Gewichtsscheibe P belastet wird, sich allmälig mit Luft füllen und in Folge dessen längs der Führungen FF in die Höhe steigen. Schließt man hierauf h_1 und öffnet dagegen die beiden Hähne h_2 und h_3, so wird sich nach erfolgter Entlastung von P die Glocke in Folge ihres eigenen Gewichtes langsam senken, so daß die bis dahin in derselben eingeschlossen gewesene Luftmenge nach Ablauf einer gewissen Anzahl von Secunden (t) durch die enge Oeffnung O entweichen muß.

Ganz in nämlicher Weise wird hierauf die besagte Glocke mit dem zu prüfenden Gase gefüllt und letzteres innerhalb eines Zeitraumes T aus derselben wieder vollständig vertrieben.

von dem Glockenzeiger in den Zeiträumen T und t zurückgelegt werden; diesen Strecken entsprechen aber bestimmte Theile der sich senkenden Glocke, d. i. jene Gas- und Luft-Volumina, die in den besagten Zeiträumen aus derselben entweichen. Setzt man also diese letzteren einander gleich, so geht obiger Ausdruck in die neue Gleichung über:

$$x = \frac{S^2}{s^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

d. h.: Das specifische Gewicht des Leuchtgases wird gefunden, indem man die Quadrate der Luft- und Gasmengen, welche aus einem und demselben Behälter innerhalb gleicher Zeiträume entweichen, durch einander dividirt.

Angenommen also, man habe 4 Minuten dazu benöthigt, um die in der Glocke enthaltenen 3 Liter Gas aus derselben wieder auszutreiben, und es seien hierauf nach Ablauf von gleichfalls 4 Minuten 2 Liter Luft aus derselben entwichen, so hatte das untersuchte Leuchtgas ein specifisches Gewicht von

$$x = 2^2 : 3^2 = 4 : 9 = 0{\cdot}44.$$

Bei Anwendung dieses, wie schon das vorstehende Zahlenbeispiel zeigt, wesentlich einfacheren Verfahrens ist demnach dem Experimentator die Möglichkeit geboten, innerhalb eines verhältnißmäßig ganz kurzen Zeitraumes, lediglich durch genaue Einhaltung gleicher Zeitintervalle (Minuten) mit einer und der nämlichen Glockenfüllung für jede Gasart mehrere (in unserem Falle etwa 4) Ablesungen zu erhalten, deren arithmetisches Mittel sich der wahren Größe des gesuchten Werthes offenbar mit einem Genauigkeitsgrade nähern muß, der in anderer Weise, wenn überhaupt, doch nur schwer erreichbar ist.

c) Methode von Friedrich Lux.

Während die beiden vorstehend beschriebenen Methoden n für die Praxis bereits erwähnten bedeutsamen Nachtheil

Fig. 12.

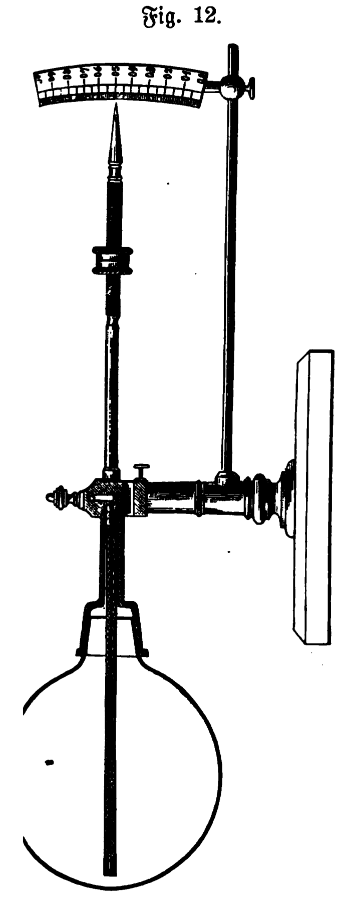
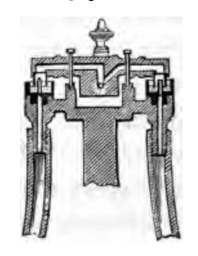


Fig. 13.



haben, daß mittelst derselben zu einer jeden Bestimmung des gesuchten Zahlenwerthes eine Anzahl Operationen, zum Theil ziemlich zeitraubender Natur, vorgenommen werden müssen, verfolgt das in Rede stehende Verfahren den Zweck, die fragliche Bestimmung in der gleich einfachen Weise durchzuführen, wie dies bei der Ermittelung der Temperatur durch das Thermometer, jener des Luftdruckes durch das Barometer u. dgl. m., nämlich durch bloße Ablesung an dem betreffenden Apparate selbst, der Fall ist.

Das zu diesem Behufe construirte Instrument, Gaswage genannt, stellt sich (Fig. 12) im Wesentlichen als eine zweiarmige Wage dar, deren Balken einerseits eine aus Glas oder Metall gefertigte Kugel, andererseits ein verschiebbares Gegengewicht und einen Zeiger trägt, welch letzterer längs einer Bogenscala beweglich ist. Dieser Wagbalken wird von einem Ständer getragen, der sich oben in zwei, eine Art Gabel bildende Enden theilt, welche mit konisch vertieften Stahlnäpfchen versehen sind, worin der Wagbalken mittelst Stahlspitzen lagert. Von dem obersten Theile des besagten Ständers (Fig. 13) gehen rechtwinkelig zur Schwingungsebene zwei Röhrchen nach abwärts, deren eines in das Rohr führt, welches innerhalb der Kugel gewissermaßen die Verlängerung des Wagbalkens bildet, wogegen das andere Röhrchen durch die ringförmige Bohrung des centralen Körpers direct in den Kugelansatz mündet. Die beiden Röhrchen sind an ihren äußeren Enden rechtwinkelig nach unten gebogen und tauchen in Schälchen ein, welche, mit Quecksilber gefüllt, einen gasdichten Abschluß bilden; um eine auflösende Einwirkung des Quecksilbers auf das Metall zu verhüten, sind die Enden der Röhrchen sowie die Schälchen selbst aus Elfenbein hergestellt. Durch das Quecksilber hindurch mündet von unten her in jedes der besagten Schälchen ein enges Rohr, dessen Ende einen Schlauchansatz trägt. Das durch den einen Schlauch eingeführte Gas strömt also durch das eine Schälchen und das eine Rohr hindurch direct in die Kugel und erfüllt dieselbe, während der Gasüberschuß durch das zweite Rohr weiter strömt.

Behufs Theilung der Scala wird derart verfahren, daß bei Füllung mit gewöhnlicher Luft das Gegengewicht so lange verschoben wird, bis der Zeiger auf dem mit 1 (= specifisches Gewicht der Luft) bezeichneten Theilstriche stehen bleibt. Darauf

wird reines Wasserstoffgas (specifisches Gewicht = 0·069) bis zur völligen Verdrängung der Luft durchgeleitet und der Punkt, auf welchen sich nunmehr der Zeiger einstellt, mit 0·07 bezeichnet, worauf dann die Länge der von diesen beiden Endpunkten begrenzten Bogenlinie in 100 gleiche Theile eingetheilt wird.

Zum Zwecke der Ermittelung des specifischen Gewichtes des Leuchtgases hat man nunmehr nichts Weiteres zu thun, als das Instrument zunächst mittelst eines Gummischlauchs mit der Gasleitung zu verbinden und das zu prüfende Gas in die Kugel einströmen zu lassen. Das Gas vertreibt hieraus sehr schnell und vollkommen die Luft, so daß, nachdem etwa 10 Liter die etwa 2 Liter fassende Kugel durchströmt haben, die Gaswage bis auf wenige Grade ihren richtigen Stand erreicht hat; sobald zwischen zwei durch eine Pause von 10 Minuten getrennten Ablesungen kein Unterschied mehr besteht, ist alle Luft verdrängt: die hierbei gemachte Ablesung giebt den gesuchten Zahlenwerth direct an.

Handelt es sich jedoch darum, eine durchaus exacte Messung auszuführen, so muß der in der beschriebenen Weise ermittelte Zahlenwerth nachträglich noch eine zweifache Correctur erfahren.

Die Aichung der Gaswage geschieht nämlich unter Einstellung auf 15° C. und 760 Millimeter Quecksilberdruck: streng genommen ist also nur bei dieser Temperatur und diesem Druck das beobachtete dem wirklichen specifischen Gewichte gleich. Ist aber der atmosphärische Druck von jenem Normaldrucke merklich verschieden, so wird offenbar sowohl das Gas in der Kugel, als auch die sie umgebende Luft zusammengepreßt: das Gewicht des Kugelinhaltes steigt also, ebenso aber *auch das Gewicht* der von der Kugel verdrängten

Luft. Um so viel nun, als das Gewicht des Gases steigt, um so viel wird diese Seite der Wage **schwerer**; um so viel aber, als das Gewicht der verdrängten Luft steigt, um so viel wird diese Seite der Wage **leichter**. Da nun das specifische Gewicht der Luft ein höheres ist im Vergleich zu jenem des Leuchtgases, so wird die eine Seite der Wage um diese Differenz bei zunehmendem Drucke leichter und, umgekehrt, bei abnehmendem Drucke schwerer. Um also das richtige specifische Gewicht zu erhalten, muß bei Beobachtungen unter höherem Drucke, als wie 760 Millimeter, der abgelesene Werth um die besagte Differenz erhöht, bei niedererem Drucke aber um die nämliche Größe vermindert werden. Auf Grund zahlreicher Versuche wurde nun festgestellt, daß jene Differenz für Gase, deren specifisches Gewicht sich zwischen 0·4 und 0·5 bewegt, und für Drucke zwischen 730 und 790 Millimeter im Mittel 0·0007 beträgt. Für unsere Zwecke genügt es also vollkommen, für jeden Millimeter Druck über oder unter 760 den Correctionswerth 0·0007 zu-, beziehungsweise abzuziehen.

Aehnlich verhält es sich mit dem Einflusse der Abweichungen der jeweilig herrschenden von der Normaltemperatur: der bezügliche Correctionswerth wurde zu 0·002 für jeden Grad Celsius ermittelt. Da nun bei zunehmender Temperatur das Gas und die Luft leichter, daher die linke Seite der Wage schwerer, bei abnehmender Temperatur aber letztere leichter wird, so ist für jeden Grad über 15 der besagte Correctionswerth von dem abgelesenen Werthe abzuziehen, bei jedem Grade unter 15 dagegen demselben hinzuzufügen.

Wurde demnach, beispielsweise, das specifische Gewicht eines Leuchtgases auf der Gaswage bei 25° C. und 780 Millimeter Druck gefunden zu . . . . 0·435

so stellt sich die hierbei vorzunehmende Corrections-Rechnung wie folgt: . . . . + 0·435

25 — 15 = 10; — 0·002 . 10 = — 0·020 } — 0·006
780 — 760 = 20; + 0·0007 . 20 = + 0·014 }

Wirkliches specifisches Gewicht = 0·429

VIII.

Druck in den Gasleitungen.

Die Kenntniß des Gasdruckes, über den man jeweilig verfügen kann, beziehungsweise jenes Druckes, der in einem gegebenen Falle hergestellt werden muß, ist vornehmlich in folgenden drei Fällen nothwendig:

1. Bei Ermittlung der Bedingungen für den zweckmäßigen Anschluß an das Straßenrohrnetz;

2. bei Dimensionirung von im Innern der zu beleuchtenden Baulichkeit erforderlichen Leitungen;

3. bei Vornahme von photometrischen Untersuchungen an Brennern und Control-Apparaten.

Um einen richtigen Einblick in die gegenüber allen diesen Fällen auftretenden Verhältnisse zu gewinnen, denken wir uns zunächst (Fig. 14), auf dem Boden des Cylinders AB ruhe ein mit Oel gefülltes Gefäß O. Wird der Cylinder nun mit Wasser gefüllt, so kann das besagte Gefäß in seiner bisherigen Ruhelage offenbar nur dadurch erhalten werden, daß wir dasselbe *mit einem entsprechenden* Gewichte p belasten.

in dem Momente aber, wo wir letzteres entfernen, steigt das Oelgefäß nach aufwärts, so daß es auf die seiner Fortbewegung sich entgegenstellende Platte CD einen gewissen Druck ausübt.

Nicht anders stellt sich die Sache in dem Falle dar, wenn wir uns an Stelle des obigen Cylinders eine cylindrische Röhre und das Gefäß O durch ein gleich großes Volumen Leuchtgas ersetzt denken: auch in diesem Falle haben wir es wieder mit zwei Körpern von untereinander verschiedenem specifischem Gewichte, folglich mit einem Ueberdrucke zu thun, welchen der relativ leichtere Körper (die eingeschlossene Gasmasse) auf die darüber lastende Luftsäule ausübt.

Fig. 14.

Die Größe dieses Ueberdruckes ist nun offenbar nichts Anderes, als die Gewichtsdifferenz zwischen einer Luft- und einer Gassäule von gleicher Höhe h. Bezeichnen wir also mit P das Gewicht der Luftsäule und mit p jenes der Gassäule, so können wir den fraglichen Druck D durch die Gleichung definiren:

$$D = hP - hp.$$

Es ist aber nach dem früher Gesagten das absolute Gewicht p einer gegebenen Gasmenge gleich dem Producte aus dem specifischen Gewichte derselben (s) und dem Gewichte eines gleich großen Volumens atmosphärischer Luft, mithin

$$p = Ps,$$

so daß wir die obige Gleichung auch schreiben können:

$$D = hP(1 - s) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

Setzen wir also in diese Gleichung nacheinander h = 1, 2 ... 6 m und s = 0·40, 0·41 .... 0·50, unter Bedachtnahme darauf, daß ein Cubikmeter Luft 1·293 Kgr. wiegt, so erhalten wir die nachstehende Tabelle, welche uns die Größe jenes Druckes angiebt, unter welchem eine Gasschichte von zuvor ermitteltem specifischem Gewichte in einer bestimmten Höhe einer gegebenen verticalen Leitung steht, beziehungsweise aus dieser letzteren in die freie Atmosphäre entweicht:

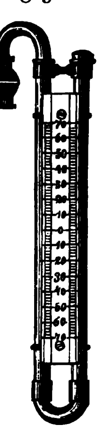
Specifisches Gewicht des Gases	Höhe der Leitung in Metern 1	2	3	4	5	6
	Gasdruck in Millimetern Wassersäule					
0·40	0·776	1·552	2·327	3·103	3·879	4·655
0·41	0·763	1·526	2·289	3·051	3·814	4·577
0·42	0·750	1·500	2·250	3·000	3·750	4·500
0·43	0·737	1·474	2·211	2·948	3·685	4·422
0·44	0·724	1·448	2·172	2·896	3·620	4·344
0·45	0·711	1·422	2·133	2·845	3·556	4·267
0·46	0·698	1·396	2·095	2·793	3·491	4·189
0·47	0·685	1·371	2·056	2·741	3·426	4·112
0·48	0·672	1·345	2·017	2·689	3·362	4·034
0·49	0·659	1·319	1·978	2·638	3·297	3·957
0·50	0·646	1·293	1·939	2·586	3·232	3·879

Mit Hilfe dieser Tabelle kann nun der Installateur an jedem Punkte des Straßenrohrnetzes den darin herrschenden Gasdruck sehr leicht ermitteln. Er bedarf zu dem Ende nur noch einer kleinen Vorrichtung, welche, auf einen in der unmittelbaren Nähe des zu beleuchtenden Gebäudes befindlichen Straßencandelaber aufgeschraubt, den Gasdruck angiebt, unter welchem der betreffende Brenner steht. Diese Vorrichtung, Manometer genannt, basirt (Fig. 15) auf dem Principe der

communicirenden Röhren; dieselbe functionirt im Wesentlichen also analog dem an anderer Stelle beschriebenen Apparat von Recknagel für die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Gase (Fig. 10), so daß hier darauf nicht näher mehr eingegangen zu werden braucht.

Wurde nun an dieser Vorrichtung beispielsweise ein Druck von 20 Millimeter abgelesen und hatte der betreffende Candelaber eine Höhe von 3 Meter, während die Achse des damit in Verbindung stehenden Rohrnetzes 1 Meter unter dem Straßenniveau versenkt ist, so hat man es unter der Voraussetzung, daß das fragliche Gas ein zuvor ermitteltes specifisches Gewicht von 0·42 besitzt, der obigen Tabelle zufolge mit einem Gasdrucke von 20—3=17 Millimetern Wassersäule zu thun. In dieser Weise an jenen zwei Zeitpunkten des Tages verfahrend, in welchen erfahrungsgemäß der Gasconsum sein Minimum, beziehungsweise sein Maximum erreicht, gelangt man dann zur Kenntniß der Grenzen, innerhalb welcher sich der jeweilig zur Verfügung stehende Gasdruck bewegt.

Fig. 15.



Eine weitere, überaus nützliche, aber unseres Wissens bisher in der Praxis leider völlig außer Acht gelassene Anwendung gestattet die vorstehende Tabelle bei der Dimensionirung von im Innern der zu beleuchtenden Baulichkeit erforderlichen Leitungen. Um den logischen Zusammenhang dieser unserer Untersuchungen nicht zu opfern, müssen wir die Entwickelung der diesbezüglichen Normen für einen späteren Abschnitt zurückhalten. Hier jedoch können wir schon darauf *hinweisen*, daß die unter allen Umständen anzustrebende

Gleichmäßigkeit des Druckes innerhalb der fraglichen, etwa durch mehrere Stockwerke führenden Leitung nur dann gewährleistet erscheint, wenn die lichten Weiten der betreffenden Rohrstrecken nicht, wie sonst vielfach üblich, blos dem »praktischen Gefühle« gemäß gewählt, sondern auf Grund der obigen Gleichung (8) festgestellt wurden.

Dieser Gleichung zufolge erfährt nämlich der fragliche Gasstrom in der Höhe h_1 der gegebenen verticalen Leitung eine Druckzunahme von

$$D_1 = h_1 P_1 (1 - s)$$

Millimeter Wassersäule; in ganz analoger Weise muß demnach die in der weiteren Strecke von der Gesammthöhe $h_1 + h_2$ derselben Leitung auftretende Druckvermehrung

$$D_2 = P_2 (h_1 + h_2) (1 - s)$$

Millimeter betragen.

Soll dagegen, wie offenbar in der Natur der Aufgabe gelegen, der einmal in h_1 erreichte Gasdruck auch innerhalb der weiteren Strecke constant bleiben, so muß demnach die Gleichung bestehen:

$$h_1 P_1 (1 - s) = P_2 (h_1 + h_2) (1 - s)$$

$$\text{oder} \quad h_1 P_1 = P_2 (h_1 + h_2).$$

Führen wir nun in dieser Gleichung an Stelle des Gewichtes P_1 und P_2 die betreffenden Volumina ein, und bezeichnen wir zu dem Ende mit d_1 den lichten Durchmesser der unteren, mit d_2 jenen der oberen Rohrstrecke, so ist

$$P_1 = \frac{d_1^2 h_1 \pi}{4} \text{ und } P_2 = \frac{d_2^2 (h_1 + h_2) \pi}{4}$$

wodurch der vorige Ausdruck in die neue Gleichung übergeht

$$d_1^2 h_1^2 = d_2^2 (h_1 + h_2)^2.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$d_2 = \frac{d_1 \, h_1}{(h_1 + h_2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Wurde also beispielsweise die für das 4 Meter hohe erste Stockwerk eines zu beleuchtenden Gebäudes mit 25 Millimeter dimensionirte Leitung in verticaler Richtung um weitere 4 Meter nach aufwärts verlängert, so kann auch am Endpunkte dieser neuen, angenommenermaßen in gleicher Weise beanspruchten Leitungsstrecke nur dann der in der ersten Strecke erreichte Gasdruck herrschen, wenn der besagten Verlängerung eine Rohrdimension von nur

$$\frac{25 \, . \, 4}{4 + 4} = 12{\cdot}5$$

Millimeter zu Grunde gelegt wurde.

Ist es nun einerseits schon zum Zwecke der Beobachtung einer gewöhnlichen Gasflamme nöthig, den Druck zu kennen, unter welchem dieselbe steht, so ist es andererseits gewiß von selbst klar, daß bei genauen photometrischen Untersuchungen die Kenntniß eben jenes Druckes eine wesentliche, ja nachgerade unerläßliche Vorbedingung bildet. Denn, soll die fragliche Untersuchung ein zuverlässiges Ergebniß liefern, so muß vor Allem während der ganzen Dauer derselben der betreffende Brenner unter durchaus constant bleibenden Verhältnissen functioniren, also insbesondere während gleicher Zeiträume auch gleiche Gasmengen verbrauchen, was aber, immer die nämliche Gasqualität vorausgesetzt, begreiflicherweise nur dann möglich ist, wenn hierbei ein absolut constanter Druck in der betreffenden Leitung herrscht.

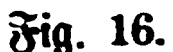
Die Mittel zur Einhaltung eines solchen Druckes werden in der Folge beschrieben werden; daß aber die genaue *Messung desselben* bei Benützung des zuvor beschriebenen

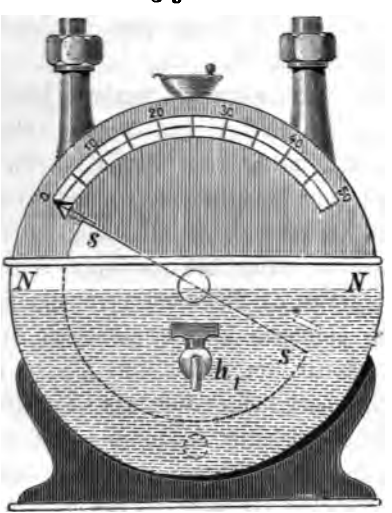
Manometers schlechterdings nicht erhofft werden kann, ist wohl leicht einzusehen, einmal deßhalb, weil die Theilung der besagten Vorrichtung eine für diesen Zweck viel zu undeutliche ist, dann aber auch noch deßhalb, weil in Folge der Adhäsion, welche innerhalb des engen Glasröhrchens zwischen den Wänden desselben und der Flüssigkeit zur Geltung kommt, das Niveau dieser letzteren niemals vollkommen horizontal sein kann, sich dasselbe vielmehr als eine concave Fläche darstellen muß, wodurch eine durchaus scharfe Ablesung nicht gut möglich ist.

Zu derlei Ermittelungen werden daher sogenannte »multiplicirende« Druckmesser, auch kurzweg »Multiplicatoren« genannt, verwendet, welche, zwar ebenso wie die gewöhnlichen Manometer auf dem Principe der communicirenden Röhren basirt, sich von jenen vornehmlich darin unterscheiden, daß mittelst derselben die Größe des fraglichen Druckes in einem zweckdienlich vergrößerten Maßstabe veranschaulicht wird.

Einer der üblichsten Druckmesser dieser Art ist der von S. Elster in Berlin construirte, in Fig. 16 (Ansicht) und Fig. 17 (Schnitt) dargestellte Apparat. Derselbe besteht aus einem geschlossenen Behälter A, welcher mit der auf ihren Druck zu untersuchenden Leitung verbunden wird, und aus einem offenen Behälter B; beide diese Behälter communiciren mit einander durch die an der tiefsten Stelle der bezüglichen Scheidewand befindliche Oeffnung O. Zwischen A und B ist noch ein Wasserreservoir C angebracht, woraus unter gleichzeitiger Zuhilfenahme der Hähne h_1 und h_2 so viel Wasser in den Apparat eingelassen werden kann, bis dasselbe die vorgeschriebene Niveaulinie NN erreicht. Wird nun der Apparat mit der zu prüfenden Leitung verbunden, so senkt sich der Wasserspiegel *in dem* Behälter A in Folge des darauf

wirkenden Gasdruckes um ein gewisses Maß herab. Um eben dieses Maß müßte sich nun der Wasserspiegel in dem Behälter B heben; dies wird jedoch dadurch verhindert, indem der darin zwischen Metallspitzen um die Mittelachse seines Mantels leicht sich drehende halbkreisförmige Schwimmer S genau im Verhältnisse zu der besagten Senkung des Wasser-

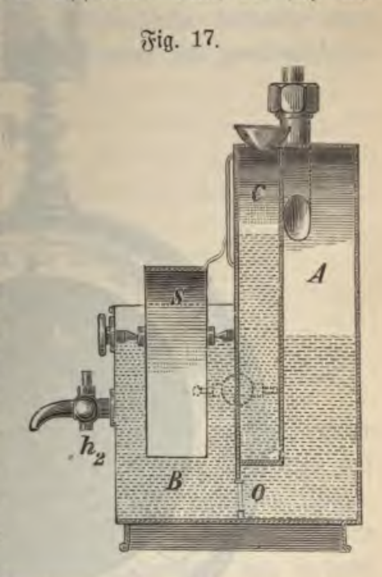

Fig. 16.



spiegels aus der Flüssigkeit heraustritt, dadurch also dem jeweiligen Wasserüberschusse gewissermaßen Platz macht, so daß das Niveau in B constant erhalten bleibt. An dieser Drehung des Schwimmers nimmt aber gleichzeitig auch ein mit ihm fest verbundener Zeiger theil, welcher, längs einer Bogenscala sich bewegend, darauf den gesuchten Druck in einer gewöhnlich fünf- bis sechsfachen Vergrößerung angiebt.

In Fig. 18 führen wir noch einen zweiten Multiplicator aus dem Grunde vor, weil derselbe in der hier veranschaulichten, von F. Manoschek in Wien gewählten Ausrüstung nicht nur zur Ermittelung des Gasdruckes dient, sondern überdies bei Vornahme genauer Lichtmessungen sehr nützliche Dienste leistet. Jener Theil des Apparates nun, der sich auf die Messung des Druckes selbst bezieht, dürfte, wenn man demselben den zuvor beschriebenen Elster'schen Multiplicator gegenüberstellt, wohl unschwer verständlich sein. Er besteht nämlich aus dem auf vier Stellschrauben s ruhenden Kasten a, der bei offenem Lufthahn h_1 mittelst der Füllschale f bis zum Normal-Wasserstandshahn h_2 gefüllt wird und einen abgeschlossenen Raum enthält, worin der durch das Gegengewicht c ausbalancirte Schwimmer mittelst einer Schnur auf dem Rade d aufgehangen ist. Die Achse dieses letzteren lagert auf zwei Paaren von Laufrädchen und trägt an ihrem vorderen Ende einen Zeiger, der sich beim Heben des Schwimmers längs einer Kreisscala bewegt und solcherart den im vergrößerten Maßstabe angezeigten Druck genau ablesen läßt.

Fig. 17.



Die specielle Anwendung nun, welche dieser Apparat bei photometrischen Arbeiten gestattet, besteht darin, daß man

Fig. 18.



mittelst desselben die Flamme eines darauf aufgeschraubten, mit einem graduirten Cylinder versehenen Einlochbrenners auf einer bestimmten Höhe bleibend erhalten kann, wodurch die besagte Flamme zu einer Lichtquelle von constanter Intensität sich gestaltet, die als solche, wie sich im Weiteren ergeben wird, insbesondere bei Lichtmessungen, deren Durchführung längere Zeit erfordert, die sonst gebräuchliche, fortwährenden Schwankungen unterliegende Kerzenflamme sehr zweckmäßig zu ersetzen vermag.

IX.

Ermittelung des Lichtbedarfes.

Sind einmal die Bedingungen ermittelt worden, unter welchen die herzustellende Anlage einerseits in Beziehung auf die Qualität des jeweilig zur Verfügung stehenden Leuchtgases, andererseits in Beziehung auf den in der betreffenden Leitung zu gewärtigenden Druck zu functioniren hat, so handelt es sich nunmehr darum,

1. die Helligkeit jener Fläche festzustellen, worauf eine bestimmte Arbeit verrichtet werden soll;

2. die Intensität jener Lichtquelle zu bestimmen, welche jenes Lichtbedürfniß zu erfüllen vermag.

Das Wort »Lichtbedürfniß« drückt aber bekanntlich keineswegs etwas Bleibendes, Unveränderliches aus; es bezeichnet vielmehr einen *durchaus* relativen, d. h. einen wäh-

rend einer gewissen Zeitepoche allein vorherrschenden Zustand. So konnte noch vor wenigen Jahrzehnten selbst in den größeren Städten das individuelle Lichtbedürfniß auf öffentlichen Straßen von der Intensität einer einzigen Kerze, jenes im Wohnhause wieder von einer solchen im Betrage von 2 bis 3 Kerzen vollauf befriedigt werden, derart, daß Alles, was über diese gewissermaßen der allgemeinen Empfindung entspringende äußerste Grenze hinausging, billig als Verschwendung gelten mußte und als solche thatsächlich auch nicht selten, mitunter öffentlich sogar und in überaus scharfer Weise verurtheilt ward.

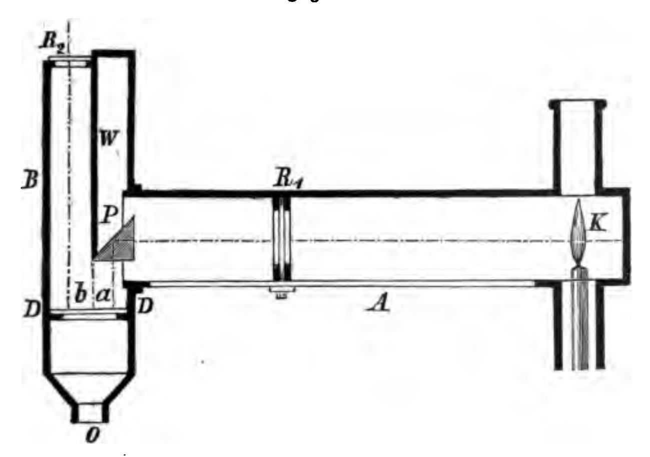
Es wirft sich nun die naheliegende Frage auf: Wie groß ist aber dieses Lichtbedürfniß gerade in der gegenwärtigen Zeitepoche und mit Rücksicht auf eine bestimmte Thätigkeit? Wie hoch beziffert sich also beispielsweise jener Grenzwerth, den die innerhalb eines gegebenen Schulzimmers zu schaffende Helligkeit erreichen muß, damit man darin bequem lesen und schreiben könne?

Darauf sind wir erst seit wenigen Jahren in der Lage, eine durchaus befriedigende Antwort zu geben, und dies unter Zuhilfenahme eines von Prof. Dr. L. Weber in Breslau erfundenen, höchst sinnreichen Apparates, welcher uns die Möglichkeit bietet, ziffernmäßig zu bestimmen, wie viel Kerzen in der senkrechten Entfernung von einem Meter (mit anderen Worten: wie viel Meterkerzen) einem Blatte Papier gegenüber aufgestellt werden müssen, um letzteres genau ebenso hell zu beleuchten, als es die deutliche und sichere Wahrnehmung einer darauf angebrachten Schriftgattung erheischt.

Der betreffende Apparat (Fig. 19) besteht in der Hauptsache aus zwei auf einander senkrecht stehenden, innen tief geschwärzten Röhren A und B, wovon die erstere stets horizontal bleibt, während die Röhre B sich im verticalen Sinne

drehen und dadurch auf einen beliebigen Punkt des gegebenen Raumes einstellen läßt. Im Innern der Röhre A ist an dem rechtsseitigen Ende derselben als constante Lichtquelle eine Benzinkerze K fix angebracht, während der eine Milchglasplatte tragende Rahmen R_1 verschiebbar ist. Eine zweite, aber besonders präparirte Milchglasplatte ist in dem Rahmen R_2 am oberen Ende der Röhre B befestigt, welch letztere an

Fig. 19.



ihrem unteren Ende ein Diaphragma DD enthält. Diese zweite Röhre wird längs ihrer Achse durch die verticale Scheidewand W in zwei Hälften getheilt, in welcher Wand ein Reflexionsprisma P derart befestigt ist, daß sich darin die von K aus beleuchtete Platte R_1 abspiegelt, wodurch die rechtsseitige Hälfte a des Diaphragmas DD dem in O befindlichen Beobachter beleuchtet erscheint. Wird aber die Platte R_2 durch eine zweite Lichtquelle in gleich intensiver Weise be-

leuchtet, so erscheint auch die linksseitige Hälfte b des Diaphragmas hell, so daß diese letztere nunmehr als eine in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig lichte Fläche von dem Auge wahrgenommen wird.

Auf diesem Umstande basirt denn die eminente praktische Nützlichkeit des in Rede stehenden Apparates in Beziehung auf den oben dargelegten Zweck. Wird nämlich in R_2 eine Milchglasplatte befestigt, worauf zuvor eine durch schwarze Schraffirungen von verschiedener Dicke hergestellte Zeichnung photographisch fixirt wurde, und richtet man hierauf die Röhre B auf einen beweglichen weißen Schirm, welcher dadurch erhellt wird, daß man darauf die Strahlen der in einer bestimmten Entfernung angebrachten Normal-Lichtquelle (Kerze) auffängt, so kann durch eine entsprechende Drehung des besagten Schirmes auf der Platte R_2 gerade jener Grad von Helligkeit erreicht werden, wobei von O aus blos eine bestimmte Partie der besagten Zeichnung noch deutlich erkennbar ist, jede feinere Schraffirung aber sich der Wahrnehmung entzieht.

Verschiebt man nun bei dieser Stellung der Normal-Lichtquelle und des Schirmes nunmehr auch den Rahmen R_1 so lange, bis beide Hälften des Diaphragmas D D gleichmäßig hell beleuchtet erscheinen, so ist es offenkundig, daß auch die Lichtquelle K in R_1 gerade jene Helligkeit erzeugt, welche erforderlich ist, um die hier in Betracht gezogene Arbeit (die deutliche Wahrnehmung einer Linie von bestimmter Dicke) verrichten zu können.

Wird hierauf an die Stelle der Normal-Lichtquelle die auf ihren Leuchtwerth zu prüfende Lichtquelle gesetzt und mittelst derselben die Platte R_2 in der früher angegebenen Weise beleuchtet, hierbei aber R_1 in der einmal erreichten

Stellung belassen, so kann das Diaphragma offenbar nur in dem besonderen, ganz exceptionellen Falle wieder gleichmäßig erhellt erscheinen, wenn die Intensität der neuen Lichtquelle und jene der Normal-Lichtquelle unter einander völlig gleich sind. Sind dagegen, wie im Allgemeinen, jene Intensitäten von einander verschieden, dann muß, um die frühere Gleichmäßigkeit in der Beleuchtung von DD zu erreichen, R_1 der Lichtquelle K gegenüber entsprechend verschoben werden.

Betrug nun im ersten Falle der fragliche Abstand R, im zweiten aber r, so drückt der Gleichung (1) zufolge das Verhältniß $\frac{R^2}{r^2}$ jenes Vielfache aus, um welches die Intensität der untersuchten Lichtquelle größer ist im Vergleich zu jener der Normal-Lichtquelle. Setzt man also diese letztere = 1 und bezeichnet mit i die in Kerzen ausgedrückte, noch zu ermittelnde Lichtstärke der Vergleichs-Lichtquelle K, mit J dagegen jene der untersuchten Flamme, so kann man diese durch die Gleichung ausdrücken:

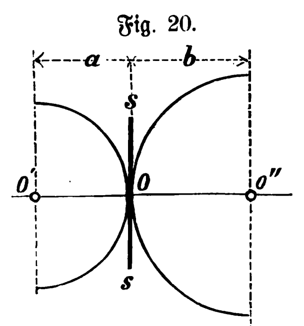
$$J = i \cdot \frac{R^2}{r^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Es handelt sich demnach nur noch darum, den Werth von i zu ermitteln.

Die directe Ermittelung dieses Werthes würde im Sinne der heute ganz allgemein geltenden Wellentheorie darin bestehen, die Intensität einer fraglichen Lichtquelle aus der Intensität der Schwingungen ihrer Aethermolecüle abzuleiten: in diesem Falle würden wir, analog dem Vorgange, der bei der Untersuchung der schallerregenden Körper befolgt wird, die Amplituden der besagten Schwingungen zu messen und aus dem Quadrate der solcherart ermittelten Zahlen die gesuchten Intensitätswerthe auszurechnen haben. Wir sind jedoch

weder im Stande, jene Amplituden zu messen, noch sind auch die in Rede stehenden Schwingungsverhältnisse von der Art, daß wir dieselben mathematisch feststellen könnten. Es bleibt daher nichts übrig, als aus der Größe der Wirkung einer Lichterscheinung auf jene der dieselbe bewirkenden Ursache zurückzuschließen, d. h. aus der Helligkeit einer unter genau bekannten Umständen beleuchteten Fläche die Intensität der Lichtquelle abzuleiten, welche jene Helligkeit hervorgerufen hat.

Fig. 20.



Bei der Lösung dieser Aufgabe gehen wir von der obigen Gleichung (1) aus. Dieselbe wurde dadurch abgeleitet, daß wir die Wirkung ins Auge gefaßt, welche eine und die nämliche Lichtquelle ausüben mußte, wenn wir sie uns nacheinander in den Mittelpunkt von zwei ungleich großen Kugeln gestellt dachten.

Stellen wir nun aber (Fig. 20) in O' eine Lichtquelle von der Intensität J', in O'' dagegen eine zweite Lichtquelle von der Intensität J'', so entfällt auf die Flächeneinheit der linksseitigen Kugel die Helligkeit $H' = \frac{J'}{4 a^2 \pi}$, auf jene der rechtsseitigen Kugel hinwieder die Helligkeit

$$H'' = \frac{J''}{4 b^2 \pi}.$$

Aus der bloßen Wahrnehmung dieser beiden Helligkeiten, welche im Allgemeinen unter einander verschieden sein werden, können wir nur den Schluß ziehen, daß J' größer ist im Vergleich zu J'', oder umgekehrt. In welchem ziffernmäßig ausdrückbaren Verhältnisse aber diese beiden Intensi-

täten zu einander stehen, vermögen wir dadurch erst zu ermitteln, indem wir die stärkere, beispielsweise die in O″ befindliche Lichtquelle von dem die beiden Lichtquellen trennenden Schirme SS so weit entfernen, bis dieser letztere auf beiden Seiten gleichmäßig beleuchtet erscheint.

In diesem Falle ist also $H' = H''$, mithin auch

$$\frac{J'}{4\,a^2\pi} = \frac{J''}{4\,b^2\pi'}$$

woraus sich die Proportion ergiebt:

$$J' : J'' = a^2 : b^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

d. h.: Bei gleichen Helligkeiten stehen die Intensitäten zweier Lichtquellen zu einander in geradem Verhältnisse der Quadrate ihrer Entfernung von der betreffenden Beleuchtungsfläche.

Auf Grund dieses Gesetzes sind wir nunmehr in der Lage, zwei Lichtquellen hinsichtlich ihrer Leuchtkraft mit einander zu vergleichen, mithin auch — indem wir die eine derselben als Einheit gelten lassen — die Leuchtkraft der andern durch ein Zahlenverhältniß ausdrücken, also messen zu können.

Zu dem Ende können wir aber die unserer letzten Gleichung zu Grunde liegende Gleichheit in der beiderseitigen Helligkeit des Schirmes SS durch einen in den nachstehenden Figuren 21—23 veranschaulichten dreifachen Vorgang erreichen, nämlich:

1. durch entsprechende gleichzeitige Verschiebung der Einheitsflamme K (Normalkerze) und des mit ihr fest verbundenen Schirmes SS gegen die zu messende Lichtquelle G (Gasbrenner);

2. durch entsprechende Verschiebung des Schirmes SS allein gegen die zu messende Lichtquelle G;

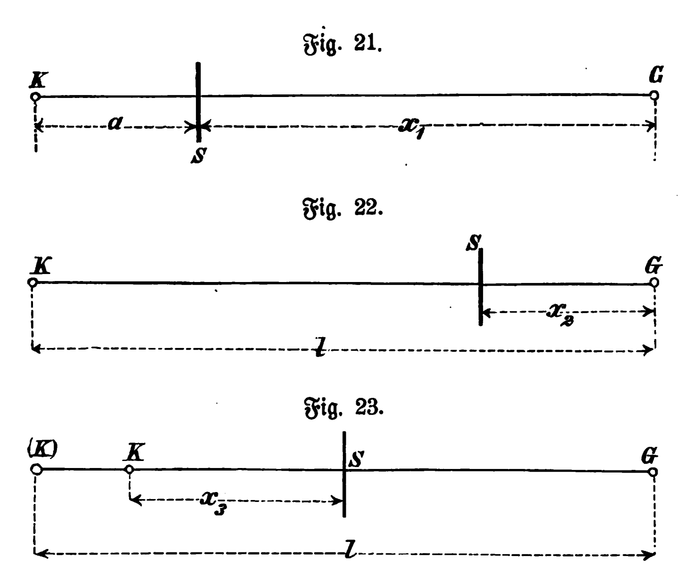
3. durch entsprechende Verschiebung der Einheitsflamme K allein gegen den in einer festen Entfernung von der zu messenden Lichtquelle G angebrachten Schirm S S.

Im ersteren Falle (Fig. 21) erhalten wir nach Glei-

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.



chung (1) bei erreichter Gleichheit in der beiderseitigen Beleuchtung des Schirmes die Proportion

$$1 : J_1 = a^2 : x_1^2$$

und daraus

$$J_1 = \frac{x_1^2}{a^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Im zweiten Falle (Fig. 22) ergiebt sich ebenso:

$$1 : J_2 = (l - x_2)^2 : x_2^2$$

und daraus

$$J_2 = \frac{x_2^2}{(l - x_2)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Im dritten Falle erhalten wir endlich:

$$1 : J_3 = x_3^2 : (1 - x_3)^2$$

und daraus

$$J_3 = \frac{(1 - x_3)^2}{x_3^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Haben wir also die besagte Gleichheit in den beiderseitigen Helligkeiten des Schirmes erreicht, und zwar: nach der ersten Anordnung in einem Abstande von

$$a\sqrt{1}, \quad a\sqrt{2}, \quad a\sqrt{3} \quad . \quad . \quad . \quad a\sqrt{n} \text{ Meter,}$$

nach der zweiten Anordnung in einem Abstande von

$$\frac{l\sqrt{1}}{1+\sqrt{1}}, \quad \frac{l\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}, \quad \frac{l\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} \quad . \quad . \quad . \quad \frac{l\sqrt{n}}{1+\sqrt{n}} \text{ Meter,}$$

nach der dritten Anordnung in einem Abstande von

$$\frac{l}{1+\sqrt{1}}, \quad \frac{l}{1+\sqrt{2}}, \quad \frac{l}{1+\sqrt{3}} \quad . \quad . \quad . \quad \frac{l}{1+\sqrt{n}} \text{ Meter,}$$

so besitzt die gemessene Lichtquelle eine Intensität von

1, 2, 3 . . . . n Kerzen.

Welche von diesen drei Methoden gerade vom Standpunkte des Gas-Installateurs den Vorzug verdiene; welche Einrichtung ferner der betreffende Schirm zu erhalten habe, damit wir die auf beiden Seiten desselben jeweilig auftretenden Helligkeiten gleichzeitig wahrzunehmen vermögen; welchen Anforderungen endlich die Einheitsflamme entsprechen müsse, um als eine constante Lichtquelle gelten zu können — wird in einem späteren Abschnitte ausführlich erörtert werden.

X.

Messung des Gasverbrauches.

In den Anfängen der Gasbeleuchtung hatte man sich, wie bekannt, in Ermangelung eines verläßlicheren Verrechnungsmodus, damit begnügen müssen, den privaten Gasconsum lediglich nach der Größe der betreffenden Anlage und nach der approximativen Brenndauer der gegebenen Flammen abzuschätzen, bis es endlich vor etwa 70 Jahren dem englischen Ingenieur S. Clegg gelang, den im Wesentlichen heute noch üblichen Gasmesser zu construiren, einen Apparat, welcher uns in die Lage setzt, die an jeder einzelnen Verbrauchsstelle jeweilig zur Verwendung gelangende Gasmenge genau zu controliren und ziffernmäßig angeben zu können. Ganz abgesehen nun davon, daß die Einrichtung des besagten Apparates eine solche ist, die jede Uebervortheilung an und für sich rundweg ausschließt, insolange der Gasfabrikant einer- und der Gasconsument andererseits dessen naturgemäße Wirkungsweise nicht absichtlich verhindern oder beeinflussen, so liegt nach dieser Richtung hin die vollste Beruhigung für beide Parteien in dem ferneren Umstande, daß die staatliche Behörde selbst die fragliche Controle insoferne überwacht, als sie einen solchen Apparat nur nach vorgenommener amtlicher Aichung zur freien Benützung zuäßt und dadurch die Gewähr dafür bietet, daß derselbe eine durchaus exacte Messung sichert.

Wir könnten füglich also, uns auf den Standpunkt des praktischen Gas-Installateurs setzend, den Gasmesser still-

schweigend als einen Bestandtheil der Anlage hinnehmen, der sich jedweder Discussion entzieht. Leider läßt sich indeß die Thatsache vorweg nicht leugnen, daß bei vielen, ja bei den meisten Gasbeleuchtungsanlagen nach Ablauf eines, von der relativen Ausdehnung derselben abhängigen Zeitraumes eine unter Umständen ziemlich bedeutende Vermehrung des anfangs erforderlich gewesenen Gasverbrauches constatirt werden kann. Die Wahrnehmung dieser Thatsache findet dann gewöhnlich ihren Ausdruck in der bereits gewissermaßen ständig gewordenen Klage über die »stetig sich steigernden Gasrechnungen«; nicht selten bietet sie aber überdies die Grundlage dar, worauf eine Reihe von Anschuldigungen, Beschwerden, Reformbestrebungen 2c. aufgebaut werden, die nahezu in gleicher Form, jedoch mit stetig sich steigernder Intensität periodisch wiederzukehren pflegen und denen gegenüber der mit dem gasconsumirenden Publicum nothwendig verkehrende Installateur doch unmöglich gleichgiltig sein kann. Es dürfte daher im Hinblick auf die vielfachen Interessen, welche, wie leicht einzusehen, hierbei im Spiele stehen, als nothwendig erscheinen, wenigstens das Wesen der Gasmessung im Allgemeinen und die auf die Richtigkeit der diesbezüglichen Angaben Einfluß nehmenden Umstände in Kürze zu erörtern.

Das Gas, welches zur Verwendung gelangen soll, wird bei seinem Uebergange aus der Straßen- in die betreffende Hausleitung in eine Trommel geleitet, welche, aus vier eigenartig geformten Kammern bestehend und im Innern eines etwas über seinen Mittelpunkt mit Wasser gefüllten cylindrischen Gehäuses um seine horizontale Achse drehbar, in Folge des von dem durchziehenden Gasstrome erzeugten Ueberdruckes in der Weise in Bewegung gesetzt wird, daß, während sich eine der besagten *Kammern mit* Gas füllt, sich eine andere

wieder entleert. Die Anzahl der von der besagten Trommel innerhalb einer bestimmten Zeit bewirkten Umdrehungen wird von der Achse derselben mittelst einer Schnecke mit doppeltem Schraubengang zunächst auf ein horizontales Zahnrad und von der verticalen Welle dieses letzteren dann auf ein darüber angebrachtes Zählwerk übertragen.

Dieses Zählwerk würde uns demnach vorerst nur die Anzahl der Trommelumdrehungen angeben. Bei jeder dieser Umdrehungen kann aber das durchströmende Gas immer nur einen bestimmten Theil der Trommel (jenen nämlich, der sich jeweilig außerhalb der Sperrflüssigkeit befindet) füllen und diesen bei fortgesetzter Rotation in Folge des nunmehr in die betreffende Kammer eindringenden Wassers wieder verlassen: es entspricht daher jeder Trommelumdrehung auch ein bestimmtes Trommel-Volumen, jenes Volumen nämlich, welches einerseits durch den kreisförmigen Umfang und die beiden geradlinigen Böden des Trommelgehäuses, andererseits durch das constante Niveau der Sperrflüssigkeit genau begrenzt wird.

Bezeichnet also (Fig. 24) die Linie $AB = D$ den Durchmesser der Trommel, T die von einem Boden zum anderen reichende Tiefe derselben und h die Höhe des normalen Wasserstandes über dem Mittelpunkte der Trommel, so ergiebt sich die Größe des fraglichen, hier schraffirt dargestellten Volumens aus der Gleichung:

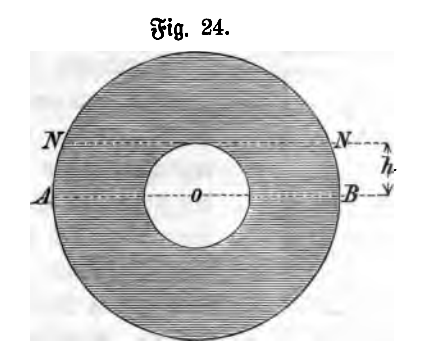
$$V = \left(\frac{D^2}{4} - h^2\right) T . \pi \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Da nun für jeden einzelnen Apparat die jeweilige Größe von V eine von vornherein genau bestimmte ist, indem es lediglich unserer freien Wahl überlassen bleibt, die zweckdienliche und constructiv zulässige Größe der auf dieselbe Bezug nehmenden Factoren D, h und T ein für allemal

festzustellen, so können wir auch das besagte Zählwerk durch Einschaltung einer passenden Uebertragung in der einfachsten Weise derart einrichten, daß uns dasselbe statt der Anzahl der erfolgten Trommelumdrehungen den jeder derselben entsprechenden Inhalt, mithin die hierbei thatsächlich durchgelassene Gasmenge an dem betreffenden Zifferblatte direct ablesen läßt.

Die Richtigkeit dieser Ablesungen beruht demnach ganz und gar auf der Richtigkeit der Annahme, daß die Höhe h

Fig. 24.

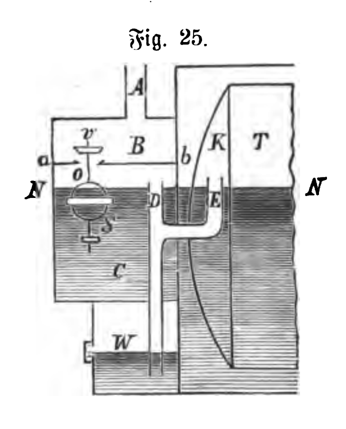


des ein für allemal dem betreffenden Apparate zu Grunde gelegten Wasserspiegels über dem Mittelpunkte der Trommel unter allen Umständen constant bleibt. Denn, senkt sich der Wasserspiegel, so vergrößert sich dadurch gleichzeitig auch der darüber befindliche Meßraum und mit ihm die der Messung zu Grunde liegende Volumseinheit; da aber der Zeiger am Zifferblatte eben nur die Anzahl dieser Einheiten registrirt, so ergiebt sich in diesem Falle zwischen dem gemessenen und dem durch den Apparat thatsächlich hindurchgeströmten Gasquantum eine Differenz, welche genau im Verhältniß zu der

Größe der besagten Niveausenkung zum Nachtheile der Gasanstalt ausfallen muß. Tritt der umgekehrte Fall ein, das heißt, wird der Gasmesser über die Linie des normalen Wasserstandes hinaus gefüllt, so vermindert sich der Meßraum und wird um eben das Maß der hieraus sich ergebenden Differenz der Gasconsument benachtheiligt.

Es frägt sich nun: Kann wohl nach der üblichen Einrichtung des Gasmessers der eine oder der andere dieser beiden Fälle thatsächlich eintreten?

Fig. 25.



Ein Blick auf die nebenstehende schematische Darstellung des Apparates (Fig. 25) dürfte genügen, um uns hierüber volle Beruhigung zu verschaffen. Es bezeichnet hierin die Linie NN den normalen Wasserstand. Bei dieser Lage des letzteren strömt das Gas von der Straßenleitung aus durch das Rohr A in den Apparat ein, erfüllt darin zunächst den Vorraum B, gelangt dann durch die Oeffnung o in den von dem Raume B durch eine Scheidewand a b getrennten Raum C und von da aus durch das U-förmige Rohr DE in die Vorkammer K der Trommel T.

Angenommen aber, der Wasserspiegel sinkt unter die vorgeschriebene Niveaulinie NN herab, so senkt sich gleichzeitig auch das von einem Schwimmer S getragene Ventil v mehr und mehr herab, bis es endlich die Einströmungsöffnung o gänzlich verschließt und das Verlöschen der Flammen den betreffenden Gasconsumenten daran gemahnt, der Gas-

anstalt zu geben, was der Gasanstalt gebührt. Thut dagegen der Bedienstete der Gasanstalt seinerseits beim Nachfüllen des Gasmessers des Guten zu viel, so rächt sich dieser letztere auf die nämliche Weise, aber auf einem anderen Wege; in diesem Falle fließt nämlich das überschüssige Wasser in das U-Rohr DE und füllt den Wassersammler W (Wassersack) derart, daß schließlich die freie Communication zwischen den beiden Rohrschenkeln unterbrochen und das Gas verhindert wird, in die Trommel zu strömen.

Die Lage des normalen Wasserstandes kann demnach niemals geändert werden, ohne sofort die gesammte Beleuchtungsanlage unwirksam zu machen. Da aber die gesetzlich vorgeschriebene behördliche Aichung des Gasmessers eben nur bei diesem Wasserstande vorgenommen wird, so kann durch den in Rede stehenden Apparat der Gasconsument absolut niemals zu Schaden kommen.

Hierbei wird nur vorausgesetzt, daß der Apparat stets vollkommen horizontal liegt. Denn, neigt man, nachdem der Gasmesser bei horizontaler Lage bis zu dem fixen Niveau mit Wasser gefüllt wurde, denselben nach vorne, so fließt durch das U-Rohr eine gewisse Wassermenge ab, in Folge dessen der Meßraum und dadurch die der Messung zu Grunde liegende Volumseinheit vergrößert wird, mithin das Ergebniß der Messung eine Gasmenge ausdrücken muß, welche nothwendig kleiner ist im Vergleich zu der thatsächlich consumirten Gasmenge. Ganz das Gegentheil muß natürlich in dem Falle eintreten, wenn der Gasmesser bei nach hinten zu geneigter Lage mit Wasser gefüllt wird, da es in diesem Falle offenbar möglich ist, in den Meßraum eine gewisse Wassermenge gelangen zu lassen, welche die Größe desselben

aus dem Grunde verkleinert, weil sie bei horizontaler Lage des Apparates hieraus in den Wassersack ausfließen müßte.

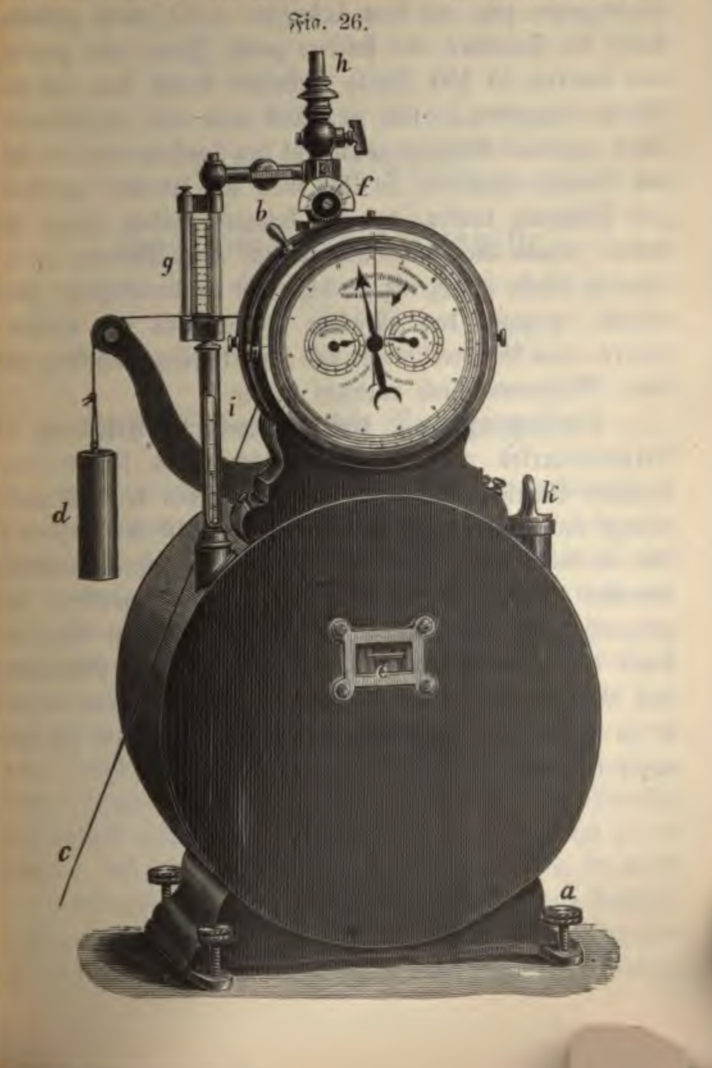
Es würde nun offenbar überaus zeitraubend und lästig sein, wollte man unter Zuhilfenahme eines solchen Apparates die Verbrauchsfähigkeit jedes einzelnen zur Prüfung vorliegenden Brenners ermitteln, denn man müßte zu dem Ende zunächst abwarten, bis wenigstens der Literzeiger die ihm zugehörige Scheibe des Zifferblattes abläuft, wozu indeß schon bei einem gewöhnlichen Straßenbrenner der Zeitraum von ungefähr einer Stunde erforderlich wäre; zudem müßte in einem solchen Falle der besagte Zeitraum mittelst einer verläßlichen Uhr controlirt werden; endlich ist es noch bei Vornahme sehr exacter Messungen geboten, die Temperatur des Gases zu kennen, weil die Ausdehnung desselben bei jeder Temperaturzunahme von einem Grade Celsius 0·00366 seines bis dahin eingenommenen Volumens beträgt.

Um nun all diesen Umständen gleichzeitig Rechnung tragen zu können, hat man einen Apparat construirt, welcher, speciell für photometrische Zwecke verwendbar, in Beziehung auf die Art der Messung des Gasverbrauchs sich von den sonst verwendeten Gasmessern dadurch unterscheidet, daß die Größe der die Trommel desselben durchlaufenden Gasmenge nicht als solche auf dem Zifferblatte angegeben erscheint, sondern durch Einschaltung einer besonderen Räderübersetzung in 60facher Vergrößerung zur Ablesung gebracht wird, so daß man aus dem Wege, welchen der betreffende Zeiger in ner Minute zurücklegt, den auf eine volle Stunde jenen Consum des fraglichen Brenners direct schließen

Ein solcher Apparat, »Experimentir-Gasmesser« genannt, it nun in der Ausführung (Fig. 26), wie ihn die bereits genannte

Firma J. Manoschek in Wien liefert, folgende Einrichtung: Auf dem mittelst der Fußschrauben a horizontal stellbaren

Fig. 26.



Gehäuse sitzt ein Uhrgehäuse, worin ein mit Schlagwerk
sehenes Zähl= und Zeitwerk untergebracht ist. Der län
Springzeiger zeigt auf dem äußersten, in 60 Theile gethei
Kreise die Secunden, der stärkere große Zeiger aber zeigt
dem inneren in 150 Theile getheilten Kreise den auf
Stunde bezogenen Consum an. Will man also, beispielsw
einen gegebenen Brenner genau auf den Consum von 150 L
pro Stunde adjustiren, so läßt man das Uhrwerk gerade
dem Momente laufen, wo die besagten beiden Zeiger
decken: kehren dieselben nach Ablauf einer Minute an
nämliche Stelle gleichzeitig zurück, so ist der beabsichtigte Z
erreicht, wogegen das allfällige Zuvorlaufen des Cons
zeigers einen Mehrverbrauch, das Zurückbleiben desselben
einen Minderverbrauch anzeigen würde.

Die Ingangsetzung, beziehungsweise die Abstellung
Secundenwerkes wird durch Verschieben des seitlich a
brachten Schubers b bewirkt. Das Aufziehen des Zeitwe
erfolgt durch Heben des Gewichtes d mittelst der Schnu
Der normale Wasserstand ist bei der von einer Glasw
bedeckten Oeffnung e durch eine Linie scharf markirt.
genauen Einstellung des in h einzuschraubenden Bren
dient der Mikrometerhahn f, zur Ablesung des Gasdru
das Manometer g. Die im Innern des Gasmessers, der
k zu füllen ist, herrschende Temperatur wird am Ther
meter i abgelesen.

Dritter Abschnitt.

Das Gas als Lichtquelle.

XI.

Loch-, Schnitt- und Rundbrenner.

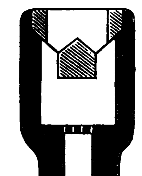
Es kann uns billigerweise keineswegs zugemuthet werden, hier die verschiedenen, heute gebräuchlichen oder gar bekannten Gasbrenner, deren Anzahl eine nahezu unübersehbare ist, einzeln beschreiben zu sollen — einmal deshalb, weil viele derselben keinen wirklich praktischen Werth besitzen, dann aber auch deshalb, weil der Gas-Installateur, im Allgemeinen doch nur in den seltensten Fällen in die Lage kommt, seine nach dieser Richtung hin zu treffende Wahl auf alle überhaupt bestehenden Vorrichtungen dieser Art ausdehnen zu können. Unsere Aufgabe muß sich vielmehr ganz nothwendig blos darauf beschränken, ihm eben jene Wahl dadurch zu erleichtern, daß wir die vorhandenen Brenner in gewisse, durch ihre Construction und Wirkungsweise selbst bedingte Gruppen eintheilen und bei der Vorführung nur einzelner, diese Gruppen charakterisirender Brenner-Typen den Grad der relativen

Verwendbarkeit aller übrigen Brenner der betreffenden Gruppe in Kürze andeuten.

In diesem Sinne lassen sich die Brenner, deren Wirkungsweise zunächst auf der bloßen Voraussetzung basirt, daß das der Leitung entnommene Gas direct in die Atmosphäre entweicht und daselbst unter Zutritt eines freien oder künstlich geregelten Luftstromes zur Verbrennung gelangt, in drei große Gruppen zusammenfassen, nämlich in:

1. Lochbrenner,
2. Schnittbrenner und
3. Rundbrenner.

Fig. 27.



Von der Gruppe der Lochbrenner sind vorzugsweise zwei Typen in Verwendung, und zwar:

a) Der Einlochbrenner, ausschließlich für die bereits an anderer Stelle angedeuteten und im Weiteren noch näher zu erörternden photometrischen Zwecke bestimmt;

b) der Zweilochbrenner, welcher vielfach als »Sparbrenner« im Handel vorkommt. Derselbe (Fig. 27) besteht im Wesentlichen aus einer Messinghülse, welche oben mit einer Porzellanglocke geschlossen ist, deren beide Oeffnungen so gegen einander gerichtet sind, daß die daraus entweichenden Gasströme sich zu einer einzigen Flamme vereinigen. Etwa in der Mitte der besagten Hülse ist ein feines Drahtnetz untergebracht; dieses und die oberhalb desselben befindliche Erweiterung der Hülse selbst sind dazu bestimmt, den Druck des Gasstromes möglichst abzuschwächen.

Der Leuchtwerth der in Rede stehenden Brenner*gruppe* wurde unter Zugrundelegung der Construction von

Bray in der verläßlichsten Weise durch Fr. Rüdorff in Berlin wie folgt ermittelt:

Brenner-Nummer	Liter Gas pr. Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pr. Kerze	Brenner-Nummer	Liter Gas pr. Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pr. Kerze
III	50 100 140	1·5 2·0 1·8	33·3 50·0 80·0	VI	50 100 150	3·2 6·4 8·5	15·6 15·6 17·7
V	50 100 150	2·4 4·3 5·0	20·8 23·2 30·0	IX	50 100 150	3·7 9·1 13·7	13·5 10·9 10·9

Im Hinblick auf die vorstehenden Zahlenwerthe gelangt man zu der für die Praxis wichtigen Folgerung:

Auch bei diesen Brennern erhält man ganz ebenso, wie bei allen übrigen, die größte Lichtmenge nur bei einem ganz bestimmten, von Fall zu Fall erst zu ermittelnden Gasverbrauch; mit der Steigerung dieses Gasverbrauches ist aber eine Erhöhung der Intensität keineswegs verbunden: die besagten Brenner verdienen sonach die Bezeichnung »Sparbrenner« ganz und gar nicht.

Zu der Gruppe der Schnittbrenner gehört eine überaus große Anzahl von Vorrichtungen, welche sich von einander lediglich durch die eigenartige Form des Brennerkopfes unterscheiden. Bei den älteren Brennern dieser Art ist der Kopf durchaus massiv gehalten und mit dem betreffenden Untertheil blos durch einen verticalen Schnitt verbunden; in jüngster Zeit zieht man es dagegen vor, dem Brennerkopfe die Form einer Hohlkugel zu geben, weshalb diese Brenner denn auch

Hohlkopfbrenner genannt werden. Die Gasverbrauchsfähigkeit beider Brenner-Typen ist zwar an jedem einzelnen Objecte angegeben, und zwar bedeutet ein starker Ring 4, ein schwacher 1 Kubikfuß englisch; diesen Angaben liegt aber bei den Vollkopfbrennern ein, unmittelbar vor dem Brenner gemessener, Druck von 1 Zoll englisch (25 Mm.), bei den Hohlkopfbrennern hingegen ein solcher von nur $1/2$ Zoll (13 Mm.) Wassersäule zu Grunde.

Der gewissenhafte Gas-Installateur hüte sich jedoch, jene Consumwerthe als verläßliche hinzunehmen, sondern ermittele dieselben genau in jedem besonderen Falle, denn die nothwendig fabriksmäßige Erzeugung der in Rede stehenden Vorrichtungen schließt jede Verläßlichkeit der fraglichen Angaben von vornherein völlig aus.

Fig. 28.

Die zweckmäßigste Einrichtung der in Rede stehenden Brenner ist in der Nebenfigur (28) dargestellt. Der aus Speckstein hergestellte Brenneroberthheil steckt in einer messingenen Hülse, durch deren enge Oeffnung das Gas zum Brennerkopf gelangt; auf diesem Wege wird der Gasdruck so sehr abgeschwächt, daß das Gas aus der Oeffnung unter geringem Drucke ausströmt und in Folge dessen die Flamme von den Schwankungen des äußeren Druckes möglichst unabhängig gemacht wird.

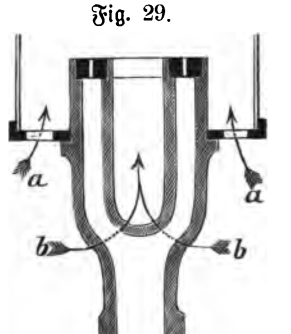
Das charakteristische Merkmal der Schnittbrenner liegt demnach darin, daß bei denselben die Lichtstärke und der Gasverbrauch innerhalb gewisser Grenzen proportional zu einander stehen.

Der Leuchtwerth dieser Brenner ergiebt sich aus der nachstehenden Tabelle:

Brenner-Nummer	Liter Gas pr. Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pr. Kerze	Brenner-Nummer	Liter Gas pr. Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pr. Kerze
III	25 50 70	1·1 3·3 4·7	22·7 15·1 14·9	VIII	80 120 190	7·2 11·1 17·8	11·1 10·8 10·7
VI	50 100 140	3·7 8·5 13·0	13·5 11·7 10·8	IX	50 100 140	3·8 9·5 14·0	13·1 10·5 10·0

Die Gruppe der **Rundbrenner** kennzeichnet sich nicht so sehr durch die Art der Gasausströmung, als vielmehr durch jene der Luftzuführung. Denn nach der ersteren Richtung hin besteht jeder Rundbrenner füglich nur aus einer gewissen Anzahl von Einlochbrennern, welche indeß dadurch, daß sie eng nebeneinander auf einem Kreise disponirt sind, das Gas derart ausströmen lassen, daß dieses, entzündet, eine einzige Flamme liefert. Diese Flamme würde nun, wollte man dieselbe, wie dies bei den bisher beschriebenen Brennern der Fall, mit dem seitlich hinzutretenden Luftstrome allein in Berührung bringen, blos eine sehr geringe Intensität entwickeln. Behufs möglichst vollständiger Verbrennung des Gasstromes erscheint vielmehr (Fig. 29) eine zweifache Luftzuführung erforderlich, nämlich: einmal äußerlich, in der Richtung der Pfeile a, rings um die Flamme; dann aber auch in der Richtung der Pfeile b im *Innern des Flammenringes* selbst. Durch die

Fig. 29.



geniale Erkenntniß dieses Umstandes hat der Franzose Aim
Argand vor genau hundert Jahren ein Princip aufgestellt
von dessen Anwendung an eine neue Epoche des Beleuchtungs-

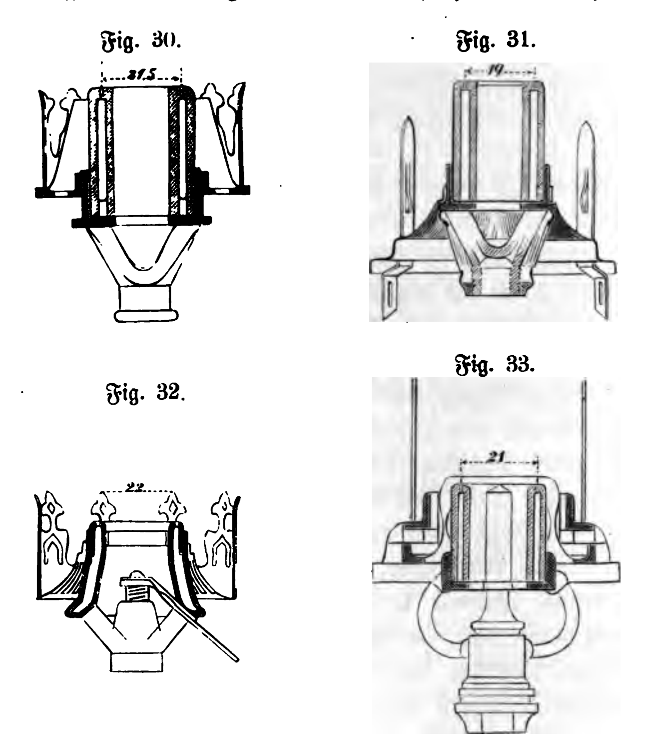


Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33.

wesens datirt und worauf, im Grunde, alle Fortschritte zurü
geführt werden können, welche seither auf diesem Gebiete
zielt wurden.

Das Bestreben nun, die besagten beiden Luftströ
einer- und den Gasstrom andererseits in ein zweckdienlic
Verhältniß zu einander zu bringen, hat im Laufe der Ja

Für eine Intensität von Kerzen	sind bei Verwendung des														
	Zweilochbrenners Nr.				Schnittbrenners Nr.				Rundbrenners Nr.						
	III	V	VI	IX	III	VI	VIII	IX	I	II	III	IV	V	VI
	Liter Gas pro Stunde erforderlich:														
2	100	—	62	—	35	33	—	33	65	49	67	—	98	77
4	—	91	92	54	60	33	—	52	80	64	88	82	104	89
6	—	—	137	72	—	54	—	70	96	78	104	98	117	102
8	—	—	147	91	—	74	89	87	109	90	118	115	126	112
10	—	—	—	111	—	95	108	105	122	102	132	129	135	123
12	—	—	—	132	—	116	129	122	133	113	143	142	144	133
15	—	—	—	164	—	132	160	148	147	130	160	161	158	147
18	—	—	—	198	—	—	192	173	159	149	177	180	172	160
20	—	—	—	233	—	—	215	190	—	162	189	192	182	170
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	214	215	204	190

XII.

Intensiv-Brenner.

Genau in dem Verhältnisse, wie die elektrische Beleuchtung mit ihren mächtigen Lichteffecten das allgemeine Lichtbedürfniß allmälig mehr und mehr erhöhte, mußten auch die Gastechniker ihrerseits, wie in der That, behufs Abwehrung der ihnen erwachsenen Concurrenz auf neue Constructionen ihre Aufmerksamkeit lenken, wodurch es etwa möglich wäre, die Wirkung der bis dahin üblich gewesenen Brenner thunlichst zu steigern. Von dieser Zeit an datirt jener gewaltige Umschwung, welcher sich in der Disposition der Lichtquellen vollzog und das moderne Beleuchtungswesen kennzeichnet: an die Stelle vieler einzelner Flammen

treten fortan Central-Lichtquellen von entsprechend großer Intensität, die sogenannten Intensiv-Brenner.

Die betreffenden Constructionen ließen im Anfange freilich keine besonders bemerkenswerthe originelle Grundidee durchblicken: dieselben stellen sich vielmehr insgesammt als Vorrichtungen dar, welche, unter Anlehnung an das bereits Vorhandene, im Wesentlichen als etwas Neues blos insoferne gelten können, als in denselben das Bestreben verkörpert erscheint, auf dem einfachen Wege der Vereinigung mehrerer längst üblicher Brenner unter einander ein einheitliches großes Object zu erhalten.

Mit den Lochbrennern war nach dieser Richtung hin allerdings nichts zu beginnen, denn jede Vergrößerung der Weiten der Gas-Durchlaßöffnungen oder des Abstandes zwischen denselben, umso mehr aber eine Vermehrung jener Oeffnungen selbst mußte von vornherein an der Unmöglichkeit scheitern, außer- und innerhalb des Flammenkreises Luftströme von einer zur vollkommenen Verbrennung des Gases genügenden Continuität und Mächtigkeit zu gewinnen.

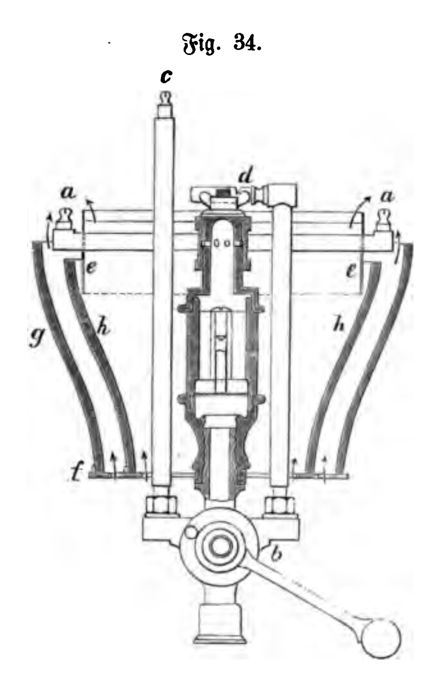
Aber schon die Schnittbrenner boten dem Combinationsgeiste der Constructeure ein weites Feld reger Thätigkeit dar.

1. So erzielte bereits nach verhältnißmäßig nur wenigen Versuchen Lefebvre, Ingenieur der »Compagnie Parisienne«, durch seine zum ersten Male in der Rue du quatre Septembre in Paris probeweise zur Anwendung gebrachte Brenner-Combination einen nicht geringen Erfolg.

Sie bestand (Fig. 34) aus 6 Schnittbrennern a, welche, auf horizontalen Armen aufgeschraubt, sämmtlich von einem und demselben Gas-Zuführungsrohre aus durch den Dreiweghahn b mit dem nöthigen Gasquantum versehen wurden.

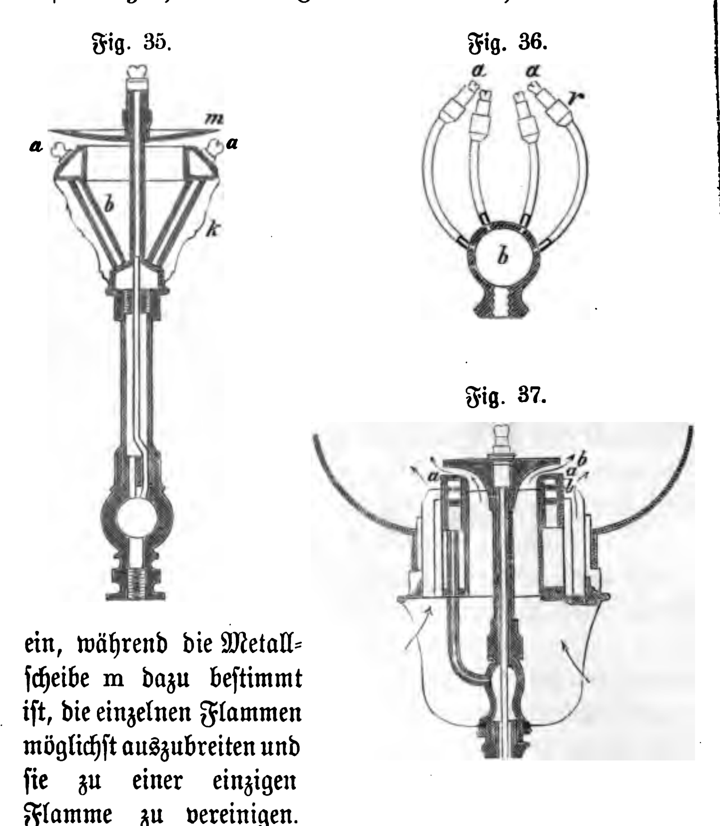
Aber nicht diese allein, sondern zudem noch die beiden Brenner c und d: dieser hatte blos als Zündflamme für den eigentlichen Flammenkranz zu dienen; jener dagegen trat dann erst in Thätigkeit, sobald die Beleuchtung auf ein

Fig. 34.



Minimum reducirt wurde, also gewöhnlich nach Mitternacht. Zur Erhöhung der Lichtwirkung diente in der oberen Partie der Vorrichtung der Glimmercylinder e, in der unteren der doppelte Glascylinder g und h, während ein feines Drahtsieb f dazu bestimmt war, die Flamme vor dem Winde zu schützen.

2. In ganz ähnlicher Weise vereinigte Hubert (Fig. 35) nicht weniger als 9 Schnittbrenner a zu einem Objecte. Die Luft dringt hier in den Flammenkreis durch den Metallkorb k



ein, während die Metallscheibe m dazu bestimmt ist, die einzelnen Flammen möglichst auszubreiten und sie zu einer einzigen Flamme zu vereinigen.

3. Eine glückliche Combination von Schnittbrennern (Fig. 36) wurde auch von Coze eingeführt. Diese Brenner a, wovon jeder einzelne mit einem Regulator r versehen ist, treten hier paarweise, am besten zu zwei Paaren, derart auf,

daß sich die Flammen jedes Brennerpaares ihrer ganzen Breite nach kreuzen und gegenseitig abplatten, die hieraus resultirende Gesammtflamme aber gegen die Achse der Vorrichtung convergirt.

Eine selbstverständlich weit größere Anzahl von derlei Combinationen gestattet, schon mit Rücksicht auf die bereits gebotene doppelte Luftzuführung, der Rundbrenner.

4. Es lag zunächst wohl nahe, die Löcher des Brennerkreises unter einander zu verbinden. Auf diese Weise entstand der von Bengel construirte Brenner (Fig. 37), dessen Wesenheit darin liegt, daß das zur Verbrennung gelangende Gas aus einer kreisförmigen Spalte a ausströmt, welche durch die zwei Metallflächen b und b' gebildet wird. Die beiden durch Pfeile angedeuteten Luftströme sichern hierbei eine sehr vollkommene Verbrennung, während durch die eigenartige Ausströmung des Gases in Verbindung mit der günstig gewählten Form des unten stark ausgebauchten Glascylinders der Flamme eine kugelförmige Gestalt verliehen wird.

5. Keine größere Schwierigkeit bot es, wie dies Giroud zuerst erkannt, in einem und demselben Brennerringe a (Fig. 38) anstatt einer einzigen Reihe Löcher, deren zwei a' und a'' anzuordnen, welchen das Gas durch ein oder mehrere Röhrchen b zugeführt wird, die von einer gemeinschaftlichen Kammer c abzweigen. Zwischen dem ringförmigen Brenner befindet sich zunächst ein Metallcylinder d, in diesem aber noch ein zweiter Cylinder e, auf welch letzterem ein abgestumpfter Glaskegel f befestigt ist; während nun der außerhalb des Flammenringes auf der Gallerie h ruhende Glascylinder die Continuität des äußeren Luftstromes sichert, leiten die früher besagten Cylinder einen zweiten Luftstrom in das

Innere des Flammenringes, so daß auch hier die vollkommene Verbrennung des Gases gesichert erscheint.

6. Nach der Construction von Sugg endlich (Fig. 39), welche seither gar vielfach ohne wesentliche Aenderungen nach-

Fig. 38.

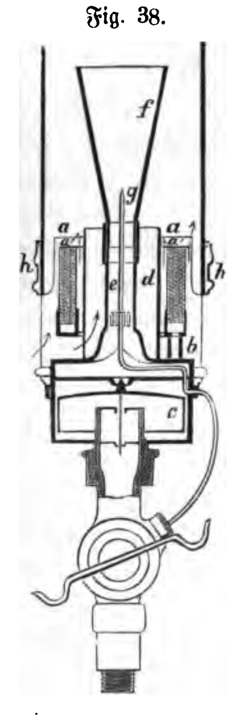
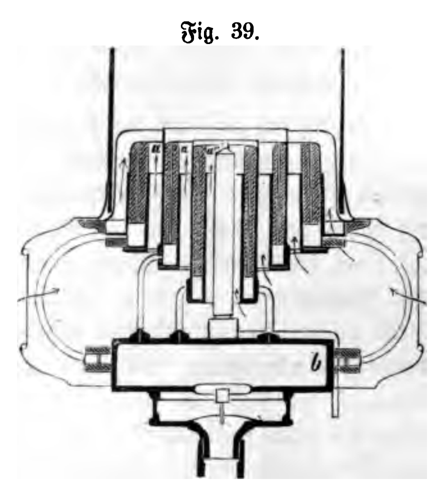


Fig. 39.



geahmt wurde, erhielt man aus dem gewöhnlichen Rundbrenner einen Intensiv-Brenner einfach durch eine successive Vermehrung der Anzahl der Brennerringe, welche, concentrisch in einander gelagert, durch besondere Röhrchen mit dem ihnen allen gemeinschaftlichen Gas-Zuführungsrohre in Verbindung stehen. Hierbei lehrte jedoch die Erfahrung, daß schon eine Combination von mehr als 3 Ringen keine vortheilhafte Verwendung mehr gestattet.

Der Leuchtwerth der vorstehend beschriebenen Brenner-Typen stellt sich, wie folgt:

Brenner-Nummer	Liter Gas pro Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pro Kerze	Brenner-Nummer	Liter Gas pro Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pro Kerze
1	1400	120 0	11·7	4	750	85·0	8·9
2	970	81·0	12·0	5	700	70·0	10·0
3	200	22·5	9·0	6	1000	125·0	8·0

Mit richtigem Blicke die Nutzlosigkeit erkennend, auf diesem Wege noch fernere Erfolge anstreben zu wollen, wendete Friedrich Siemens, im Gegensatze zu den vielen Technikern, deren Thätigkeit sich bis dahin vorwiegend in constructiver Richtung bewegte, seine ganze Aufmerksamkeit in erster Linie der theoretischen Forschung zu, um dadurch eine neue Grundlage für die möglichste Ausnützung der Leuchtkraft des Gases zu gewinnen. Zwar hatten schon ungefähr 50 Jahre vor ihm Bunsen einer- und Faraday andererseits in übereinstimmender Weise darauf hingewiesen, daß die Leuchtkraft jedweder Flamme mit der Temperatur derselben in einem innigen Zusammenhange stehe; auch hatte in praktischer Anwendung dieses Principes bereits Frankland vorgeschlagen, die Flamme mit zwei concentrischen Glascylindern zu umgeben, um die zwischen denselben der Flamme zuströmende Verbrennungsluft möglichst vorzuwärmen. Die technischen Schwierigkeiten jedoch, welche die Herstellung eines darauf basirten, gleichzeitig aber auch allen billigen Anforderungen der Praxis entsprechenden Brenners in so überaus mannigfacher Beziehung bot, ließen die weitere Verfolgung der Sache auf lange schlummern.

Siemens ging nun von folgender Betrachtung aus: Kehrt man einen gewöhnlichen Rundbrenner in der Art um,

daß, indem das obere Cylinderende nach unten gekehrt und, mit einer beliebigen Esse in Verbindung gebracht, die Flamme nach abwärts getrieben wird, so schmilzt der Glascylinder, während derselbe in der gewöhnlichen, mit der Mündung nach oben gekehrten Anordnung verhältnißmäßig kalt bleibt. Noch mehr: leitet man einen kalten Luftstrom durch ein von außen erhitztes Rohr einmal nach aufwärts, ein andermal nach abwärts, so findet im ersteren Falle eine starke Erwärmung der Luft statt, wogegen dieselbe im zweiten Falle kaum wahrnehmbar ist.

Steckt man also mehrere vertical stehende Gefäße derart in einander, daß zwischen denselben die für die naturgemäß erforderlichen Luft-, Gas- und Flammenwege nöthigen Querschnitte (»Regeneratoren« genannt) frei bleiben, so gelangt man zu folgendem Ergebnisse: Die heißen Verbrennungs-Producte suchen sich, abwärts fließend, den kühlen Weg aus, weil der Antrieb zu dieser ihrer Bewegung offenbar zunächst dort gegeben erscheint, wo dieselben relativ am schwersten sind; die kalte Luft sucht sich dagegen, umgekehrt, beim Aufwärtssteigen die wärmsten Wege aus und findet dieselben natürlich dort, wo sie relativ am leichtesten ist. Sind nun, wie in der That, diese beiden Ströme durch eine Scheidewand von einander getrennt, so bildet diese letztere für die abwärts fließenden heißen Verbrennungsproducte die kalte Fläche, für die aufsteigende kalte Luft aber die heiße Fläche: die in Rede stehenden beiden Ströme drängen sich demnach an beiden Seiten der besagten Zwischenwand möglichst zusammen, in Folge dessen ein rascher gegenseitiger Wärmeaustausch zwischen denselben erreicht wird.

Auf diesen Erscheinungen basirt denn auch die Wirkungsweise des Siemens'schen »Regenerativ-Gasbrenners«.

Die Luft (Fig. 40), welche am unteren Ende durch eine Anzahl von Schlitzen in den Apparat einströmt, nimmt die durch Pfeile bezeichneten Wege durch die äußeren Luft-Generatorkammern, um außerhalb des Porzellancylinders b mit dem aus den im Regenerator kreisförmig gestellten Röhren a entweichenden Gase zu verbrennen. Die Verbrennungsproducte entweichen nach abwärts durch den besagten Porzellancylinder b und den inneren Regenerator, um hierauf durch den Stutzen c in das Essenrohr abzufließen; auf diesem ihrem Wege aber geben dieselben einen großen Theil ihrer Wärme an den Regenerator ab, in Folge dessen sowohl der nachfolgende Luft-, wie auch der Gasstrom in hohem Grade vorerwärmt werden. Da nun, wie aus den betreffenden Pfeilrichtungen ersichtlich, die zur Vorwärmung in die äußeren Regeneratorkammern aufwärts geführte Luft und ebenso das aus den Röhrchen a entweichende Gas einen Weg nehmen, welcher jenem der im centralen Regenerator abwärts geführten Flamme gerade entgegengesetzt ist, so findet hierbei, von der Größe der gebotenen Heiz-, beziehungsweise Kühlfläche bestens unterstützt, ein vollständiger Austausch der Wärme zwischen den Luft-, Gas- und Flammenproducten statt.

Fig. 40.

Die Regenerativ-Gasbrenner werden in verschiedenen Größen angefertigt, welche bei jenen Apparaten, worin das Essenrohr seitlich angebracht ist, mit römischen Nummern, bei jenen mit centralem Essenrohre dagegen mit einer oder mehreren Nullen bezeichnet sind. Die Verbrauchs- und Leistungsfähig-

keit dieser Brenner im Mittel ist aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Bezeichnung des Brenners	Liter Gas pro Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pro Kerze	Bezeichnung des Brenners	Liter Gas pro Stunde	Lichtstärke in Kerzen	Liter Gas pro Kerze
I	1500	350	4·2	0	2100	550	3·8
II	650	155	4·2	00	2500	700	3·5
III	400	75	5·3	000	3900	1100	3·5

Das vorstehend dargelegte Princip der Gasbeleuchtung wurde seither mit bald größerem, bald geringerem, nicht selten freilich auch mit überaus fragwürdigem Geschicke vielfach »wieder erfunden«. Darauf ist denn auch die Construction all' jener in neuester Zeit aufgetauchten Vorrichtungen basirt, welche, »invertirte Lampen« genannt, insgesammt das Ziel verfolgen, die sonst im Raume nach oben hin unnütz ausstrahlende Lichtmenge nach abwärts zur Wirkung gelangen zu lassen. Zu dem Ende wurde der bis dahin üblich gewesene, mit einem zweckdienlichen Reflector versehene Regenerativ-Brenner einfach umgestülpt.

Den ersten Brenner dieser Art construirte Chr. Westphal — er darf doch wenigstens also das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, aus sich selbst heraus eine originelle und glückliche Idee geschöpft zu haben; ihm aber folgte Wenham sozusagen auf dem Fuße nach: vergleicht man nun diese beiden Brenner mit einander, so kann, falls ein wesentlicher Unterschied zwischen denselben überhaupt besteht, dieser schlechterdings in nichts Anderem denn in dem Umstande

erblickt werden, daß, während Westphal die Flamme aus einem Ringe von außen nach innen brennen läßt und die Verbrennungsgase nach innen abzieht, Wenham den gerade umgekehrten Weg einschlägt. Etwas später trat auch Bower mit einem ähnlichen Brenner auf, welcher sich dadurch charakterisirt, daß hierbei, außer der erhitzten Luft von oben, noch frische Luft von unten her der Flamme zugeführt wird. Wohin nun dieses ewige »Bessermachenwollen« führen dürfte, ist wohl am besten an der von O'Neill kürzlich in den Handel gebrachten Lampe zu ersehen: bei dieser wird nämlich, offenbar lediglich der angestrebten Abwechslung halber, nicht die Luft, sondern das Gas vorerwärmt, was offenbar schon darum durchaus falsch ist, weil bekanntlich bei der Verbrennung des Leuchtgases auf einen Theil Gas etwa acht Theile Luft kommen, mithin das Gas auf das Achtfache erhitzt werden müßte, um die gleiche Temperatur-Erhöhung in der Flamme zu ermöglichen.

Die Unzuverlässigkeit der den Leuchtwerth dieser Brenner betreffenden Angaben wird an anderer Stelle den Gegenstand weiterer Betrachtungen bilden.

XIII.

Albocarbon- und Incandescenz-Brenner.

Soweit bisher dargelegt, erscheint die gewünschte Ausnützung der Leuchtkraft des Gases lediglich durch eine möglichst günstige Einrichtung des betreffenden Brenners angestrebt. In jüngster Zeit hat man es indeß versucht, den nämlichen Zweck auf zwei anderen Wegen zu erreichen, nämlich:

1. Durch Schwängerung oder, wie der hiefür beliebte Ausdruck lautet, durch »Carburirung« des der Leitung entnommenen Gases mit schweren Kohlenwasserstoffen unmittelbar vor seiner Verbrennung;

2. durch Erwärmung gewisser Substanzen bis zur Weißglühhitze (Incandescenz) unter Zuhilfenahme des Leuchtgases als Wärmequelle.

Hinsichtlich der ersterwähnten Methode müssen wir, das im ersten Abschnitte über das Wesen der Gasbeleuchtung bereits Gesagte in Kürze zusammenfassend, den Umstand neuerdings in Erinnerung bringen, daß die Leuchtkraft der Leuchtgasflamme in der Hauptsache von drei Factoren abhängt, und zwar:

a) Von der Intensität der den Verbrennungsproceß begleitenden Temperatur;

b) von der Menge der unter dem Einflusse derselben aus dem Leuchtgase sich ausscheidenden Kohlenstofftheilchen;

c) von der Zeitdauer, während welcher diese letzteren im weißglühenden Zustande innerhalb der Flamme schwebend erhalten werden.

Unter sonst gleichen Umständen wird demnach die Flamme eine um so größere Leuchtkraft besitzen, je größer der Reichthum des betreffenden Gases an Kohlenwasserstoffen ist, so daß das Vorhaben, eben jenem Gase solche Stoffe in dampfförmigem Zustande dadurch zuzuführen, daß man das Leuchtgas durch ein mit derlei Stoffen gefülltes Metallgefäß leitet, dessen Inhalt, durch die abziehenden heißen Verbrennungsproducte erhitzt, in Dampf verwandelt wird, vom theoretischen Standpunkte aus gewiß nicht anders, denn als ein durchaus gerechtfertigtes genannt werden kann.

Die Praxis ihrerseits aber konnte hierüber bisher kein solches Urtheil fällen. Daran war anfänglich wohl zweifelsohne die unglückliche Wahl der betreffenden Rohstoffe in erster Linie schuld gewesen. Es waren dies flüssige, kohlenstoffreiche Verbindungen verschiedenen Ursprungs und von untereinander sehr verschiedener Siedetemperatur; es mußte in Folge dessen bei jeder Aenderung eben dieser Temperatur auch eine bedeutende Aenderung in der fraglichen Dampfbildung ganz nothwendig eintreten, so daß der zu »carburirende« Gasstrom mit fort und fort wechselnden Dampfmengen geschwängert erschien und dadurch die betreffende Flamme jede Stabilität vermissen ließ.

An Stelle jener flüssigen Substanzen verwendete man deshalb später und benützt auch jetzt ziemlich ausschließlich das feste Naphtalin. Dasselbe schmilzt bekanntlich schon bei 80 Grad und verdampft sehr rasch; da es aber erst bei 218 Grad siedet, so ist innerhalb dieser weit auseinander liegenden Grenzen nach dieser Richtung hin eine wesentliche Aenderung bezüglich der Dampfbildung nicht zu befürchten. Leider kommt jedoch hierbei ein anderer, nicht minder störender Umstand in Betracht, der nämlich, daß die Größe der jeweilig verdampfenden Oberfläche stets wechselt, so daß wir es wieder mit einer veränderlichen Dampfmenge zu thun haben, insolange nicht das ganze in Benutzung stehende Naphtalinquantum geschmolzen ist, was bei dem Fassungsraume der derzeit zumeist üblichen Behälter immerhin einen Zeitraum von ungefähr einer Stunde erfordert. So lieferte nach Rüdorff ein und der nämliche Brenner die auf S. 114 angeführten Werthe.

Aus diesem Grunde sind die mit Leuchtgas und Naphtalindämpfen gleichzeitig gespeisten Albocarbon-Brenner in

Nach Minuten	Eine Lichtstärke von	Nach Minuten	Eine Lichtstärke von	Nach Minuten	Eine Lichtstärke von
20	2·5	40	6·4	60	13·7
30	4·5	50	10·6	70	13·7

Räumen, wo man das Licht augenblicklich benöthigt (vornehmlich also in Wohn-, Bureau- und Schulzimmern), schlechterdings nicht zu empfehlen; ebenso wenig eignen sie sich zur Beleuchtung von Stiegenhäusern und Gängen, am allerwenigsten aber für Zwecke der Straßenbeleuchtung, weil die Flamme derselben schon bei dem geringsten Windzuge qualmt. Absolut verwerflich ist aber die Verwendung der Albocarbon-Flamme in Räumen, deren werthvolle Decken möglichst lange erhalten werden sollen, weil in Folge der hierbei ganz unvermeidlich auftretenden starken Ruß-Abscheidung die in Rede stehenden Objecte sich mit einer, wenn überhaupt, nur schwer zu entfernenden schwarzen Schichte bedecken. Dort hingegen, wo auf alle diese Umstände keine Rücksicht genommen zu werden braucht, kann die Albocarbon-Beleuchtung insoferne mit Vortheil benützt werden, als sie ein weißes und ruhiges Licht liefert. Sonstige, insbesondere ökonomische Vorzüge aber, welche dieser Beleuchtungsart vindicirt zu werden pflegen, sind einfach als Erfindungen der Reclame zu bezeichnen: denn, erzeugt auch der betreffende Zweilochbrenner bei einem Consum von nur 85 Litern Gas pro Stunde eine Lichtstärke von rund 14 Kerzen, so verbraucht auch derselbe für je 1000 Liter Gas etwa 65 Gramm Naph-

talin; da nun letzteres ungefähr 60 Kreuzer pro Kilo kostet, so stellen sich die bezüglichen Auslagen im besten Falle gleich.

Auf die Incandescenz-Brenner übergehend, schicken wir zunächst die Bemerkung voraus, daß das denselben zu Grunde liegende Princip, die Verwandlung von Wärme in Licht, ein längst bekanntes ist, denn schon Drummond hatte es bereits vor vielen Jahren dahin gebracht, durch die Erhitzung eines Kalkstückes in der an sich nicht leuchtenden, aber sehr heißen Flamme, welche durch die Verbrennung eines Gemisches von Wasser- und Sauerstoff (Knallgas) erhalten wird, mächtige Lichteffecte zu erzielen.

Die in jüngster Zeit viel besprochene Erfindung des Franzosen Clamond kann im Grunde blos als eine, allerdings wichtige, Verbesserung des Drummond'schen Lichtes betrachtet werden, und zwar nach zweifacher Richtung hin, nämlich:

a) In Beziehung auf die Ersetzung des Sauerstoffes, der bekanntermaßen kostspielig herzustellen und schwierig aufzubewahren ist, durch die mittelst des Leuchtgases erhitzte atmosphärische Luft;

b) durch die Ersetzung des rasch verbrennenden Kalkes durch einen unvergleichlich widerstandsfähigeren Docht aus Magnesiafäden.

Der in dieser Absicht construirte Brenner (Fig. 41) besteht aus drei Haupttheilen, nämlich:

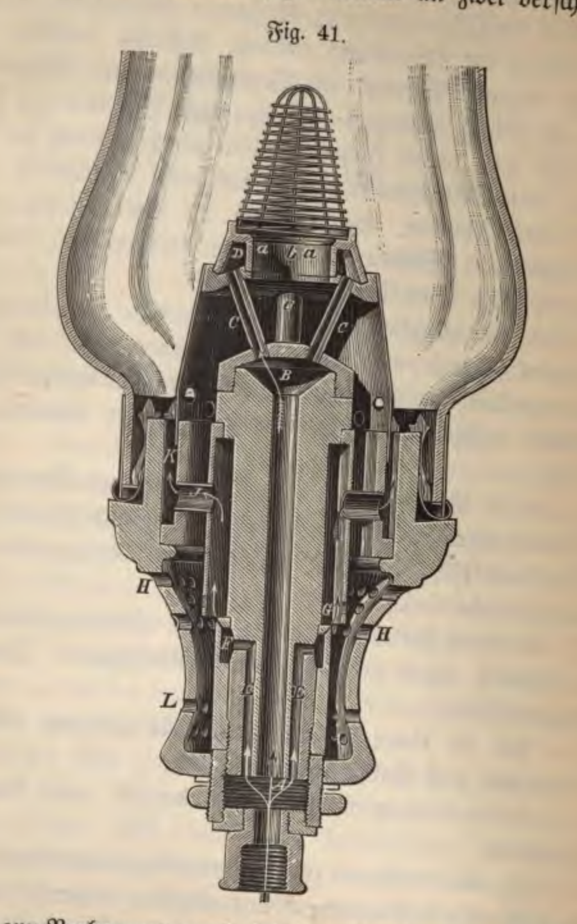
1. aus dem inneren Cylinder B aus feuerfestem Materiale;

2. aus weiteren zwei concentrischen Cylindern, welche durch die Queröffnungen J mit einander communiciren;

3. aus der oberen durchlöcherten Thonkappe, welche die übrigen Bestandtheile des Brenners umschließt.

Das von A aus in der Richtung des Pfeiles in de
Apparat einströmende Leuchtgas kommt an zwei verschiedene

Fig. 41.



Stellen zur Verbrennung: ein Theil desselben zieht durch den Cylinder B direct nach aufwärts, gelangt durch die Röhrchen

C in die Kammer D und strömt durch die Oeffnungen a aus, woselbst es entzündet wird; ein anderer Theil des Gasstromes zweigt sich von A in die Canäle EE am unteren Ende des inneren Cylinders seitlich ab, gelangt von da aus in eine ringförmige Kammer F und strömt hier durch feine Oeffnungen G aus, um an dieser Stelle verbrannt zu werden.

Die Verbrennungsproducte dieser letzteren Flämmchen steigen an der Außenseite des inneren Cylinders B empor und erhitzen diesen bis zur Rothgluth, worauf dieselben durch die besagten Queröffnungen J in den Canal K gelangen und von hier aus nach oben abziehen. Die zur Verbrennung erforderliche Luft tritt durch die Oeffnungen L und H der unteren Kappe ein; ein Theil derselben versieht die Brenner G, ein anderer wieder die Brenner a. Da nun dieser Luftstrom einerseits auf diesem seinem Wege die glühenden Cylinder bestreicht, andererseits auch der aufsteigende Gasstrom eine bedeutende Vorerwärmung erfährt, so erscheint auch in diesem Brenner das früher dargelegte Siemens'sche Regenerationsprincip in ausgiebigster Weise zur Anwendung gebracht. In Folge dessen wird bei a eine so hohe Temperatur erreicht, daß der darüber befindliche, aus gebrannter Magnesia bestehende Korb ins Weißglühen geräth und ein blendend weißes Licht ausstrahlt.

In ähnlicher Weise ist auch der von Popp construirte Incandescenz-Brenner construirt, mit dem wesentlichen Unterschiede jedoch, daß in diesem ein aus Platin hergestellter Korb bei Anwendung von heißer Luft, die unter hohem Drucke der Flamme zugeführt werden muß, zum Glühen gebracht wird.

Die geringe Anwendung, welche diese beiden Brenner bisher *erfahren, enthebt uns* der Nothwendigkeit, darauf

näher einzugehen. Vor ungefähr drei Jahren aber tauchte noch ein anderer Brenner dieser Art auf, das sogenannte »Gasglühlicht« von Dr. Karl Auer v. Welsbach in Wien, und zwar in einer so auffallend marktschreierischen Weise, daß dadurch wohl Jedermann, der den progressiven, aber langsamen Entwickelungsgang des Beleuchtungswesens kennt, zur größten Vorsicht gemahnt werden mußte. Seither hat sich freilich die anfänglich über alle Maßen rosig-prophetische Stimmung der Tagespresse dieser Erfindung gegenüber (verstiegen sich doch einige Berichterstatter zu der Behauptung sogar, es handle sich da um nichts Geringeres, denn um »eine totale Umwälzung auf dem Gebiete der künstlichen Beleuchtung überhaupt«) sehr bedeutend abgekühlt; zudem liegt uns hie und da die leichte Möglichkeit vor, dieselbe näher prüfen zu können. Im Hinblicke darauf, noch mehr aber in Anbetracht der offenkundigen Anstrengungen, welche von der betreffenden Unternehmung gemacht werden, um die neue Lichtquelle möglichst allgemein einzuführen, dürfte es daher an der Zeit und im Interesse des Gasinstallateurs auch am Platze sein, darüber ein, soweit innerhalb des Rahmens dieser Schrift thunlich, erschöpfendes Urtheil auszusprechen.

XIV.

Auer's Gasglühlicht.

Diese neue Lichtquelle trat, aus dem hiesigen chemischen Laboratorium heraus, als ein echtes Kind ihrer Zeit auf — *jenes* bedeutenden Zeitpunktes nämlich in der Entwickelungs-

geschichte der künstlichen Beleuchtung, der durch den zweifachen Kampf charakterisirt erscheint, welchen das Leuchtgas mit der Elektricität einer- und dem bei uns leider noch immer nicht verfügbaren Wassergasse andererseits auszukämpfen hat, denn dieses neue Licht warf sich gewissermassen als friedliebender Vermittler auf zwischen den drei genannten Rivalen. Und in der That: will der alte Gastechniker dem Consumenten ein Mittel bieten, um Ersparungen im Gasverbrauch zu erzielen, so sagt ihm Dr. Auer, daß sein neuer Brenner etwa nur die Hälfte des heute sonst erforderlichen Gasquantums benöthigt; und behauptet der Freund der Elektrotechnik, daß die wohlthuende Milde und Reinheit der elektrischen Glühlampen alle dagegen erhobenen Bedenken in den Hintergrund drängt, so bietet ihm Dr. Auer wieder ein Licht, welches nach dieser Richtung hin durchaus nichts zu wünschen übrig läßt; und eben diese seine Erfindung ist es endlich wieder, die den Wassergas-Techniker in den Stand setzt, sein Erzeugniß direct, d. h. ohne Anwendung von zumeist complicirten und kostspieligen Carcurirungs-Verfahren, also in der einfachsten Weise, zu einer mächtigen Lichtquelle zu gestalten.

Beruhen aber auch alle diese schönen Aussichten auf wirklich reeller, allgemein giltiger Grundlage? Steht der Einführung dieser neuen Lichtquelle wirklich kein praktisches Bedenken hemmend im Wege? Und vor Allem: worin besteht ihrem Wesen nach diese ganze Erfindung selbst?

In letzterer Beziehung muß vor Allem Dr. Auer das Verdienst zugesprochen werden, eine große Reihe seltener Erden, die unter dem allgemeinen Ausdruck: »Cerite« begriffen zu werden pflegen, genau einzeln untersucht und deren bis dahin [illegible]enig bekannte Eigenschaften durchaus festgestellt zu

haben. Die wichtigsten Ergebnisse dieser seiner Untersuchungen gipfeln im Folgenden:

a) Das Neodymzirkon giebt, erhitzt, ein höchst intensives, prachtvoll orangefarbenes Licht. Eine kleine Beimischung davon zu einem Gemenge von Magnesia, Lanthanoxyd und Yttriumoxyd läßt das Licht in allen Farben von weiß zu gelb abtönen.

b) Das Erbinzirkon giebt intensives grünes Licht. Es genügt ein sehr kleiner Zusatz von Erbin zu dem vorgenannten Gemenge, um das weiße Licht desselben in grünliches zu verwandeln.

c) Das Lanthanoxyd, für sich erhitzt, giebt gelbes Licht; das Zirkonoxyd giebt unter gleichen Umständen mattweißes Licht: aus der Vereinigung dieser beiden Körper aber in etwa gleichen Gewichtstheilen resultirt eine Substanz, die, wieder erhitzt, in taghell weißem Lichte strahlt, dessen Intensität so groß ist, daß das Emissionsvermögen der einzelnen Bestandtheile ungefähr um das Fünffache übertroffen wird.

d) Der durch Vereinigung von Lanthanoxyd und Magnesia entstehende Körper zeigt ein ähnliches, von der Art der Bestandtheile verschiedenes Verhalten: es resultirt ein tiefbrauner, nach tagelangem Erhitzen etwas heller werdender Körper, der in allen Theilen der Flamme mit intensivem weißen Lichte leuchtet.

Es folgt hieraus: Lanthanoxyd, Yttriumoxyd und andere seltene Erden vereinigen sich in den verschiedensten Verhältnissen mit Magnesia oder Zirkonoxyd, sobald sie im Zustande molecularer Mischung heftig geglüht werden, zu eigenartigen Körpern, deren Eigenschaften sich aus jenen der einzelnen Bestandtheile nicht mehr ableiten lassen. Diesen chemischen *Verbindungen* eigenthümlich ist ein hohes, dasjenige der einzelnen

Bestandtheile weitaus übertreffendes Licht-Emissionsvermögen und eine hohe Widerstandsfähigkeit beim Glühen in einer sehr heißen Flamme. Diese Eigenschaften besitzen zwar die Zirkonverbindungen der seltenen Erden in noch höherem Grade, als die ähnlichen Magnesiaverbindungen, aber beide Gruppen eignen sich gleich vorzüglich als Glühkörper für Leuchtzwecke: sie können nämlich beide in feinst vertheilter Form mehrstündiger Weißgluth ausgesetzt werden, ohne nennenswerth zu sintern, ohne beträchtlich von ihrem Emissionsvermögen einzubüßen und ohne sich zu verflüchtigen.

Da nun die besagten Verbindungen in der Flamme sich nur nach vorangegangener molecularer Mischung bilden können, andererseits der enthaltende Körper nur in sehr fein vertheilter Form von dem gewöhnlichen Gasbrenner in den Zustand des höchsten Weißglühens versetzt werden kann, so lag es nahe, die zur Anwendung kommenden Substanzen im richtigen Mengenverhältnisse als Salze, die beim Glühen unter Zurücklassung der Erde zerstörbar sind, gemeinsam in Lösung zu bringen, mit dieser Lösung Gewebe zu imprägniren und diese direct in der Flamme zu veraschen.

Zu dem Ende empfiehlt sich, wie auf Grund der Ergebnisse sehr zahlreicher Versuche ermittelt wurde, am besten das nachfolgende Verfahren:

Ein vorher mit Salzsäure gereinigtes, gut ausgewaschenes Gewebe, am besten aus Pflanzenfasern, dessen Fäden etwa 0·2 Mm. Dicke haben, wird mit einer 30procentigen wässerigen Lösung der Nitrate oder Acetate, welche gut durchgeschüttelt wurde, innig getränkt, hierauf gut ausgepreßt und getrocknet. Das imprägnirte Gewebe wird nun in 10 Cm. lange und 10 Cm. breite Streifen geschnitten und der Breite *nach in kleine* Falten gelegt, so daß die Länge des

plissirten Gewebes etwa 4 Cm. beträgt. Hierauf wird durch die Maschen am oberen Rande des so gebildeten Netzes ein etwa 0·2 Mm. dicker Platindraht gezogen, dann ringförmig eingebogen, so daß der Durchmesser dieses Ringes etwa 1 bis 1·5 Cm. beträgt, worauf die Enden des Drahtes zusammengedreht werden. Die zusammenstoßenden Kanten des nun röhrenförmigen Gewebes werden mit einem imprägnirten Baumwollfaden vernäht, hierauf wird das Platinringelchen an einem etwas stärkeren, einige Centimeter langen Platindraht befestigt. So vorbereitet, bleibt der »Gewebemantel« zum Gebrauch bereit. Bei Erzeugung im Großen werden selbstverständlich gleich von der Maschine gewebte röhrenförmige Gewebe verwendet.

Dieser »Gewebemantel« soll nun in einen »Erdenmantel« verwandelt werden. Zu dem Zwecke wird der früher erwähnte dickere Platindraht seitlich vom Brennerrohr an einem Halter befestigt, das Gewebe über den Brenner herabgezogen und der Platindraht so fest gestellt, daß das Platinringelchen etwa 3 Cm. über der Ausflußöffnung des Brenners steht. Mit dem Entzünden der Flamme verascht der in derselben befindliche Theil des Gewebes rasch, und es bleiben an Stelle desselben die unverbrennlichen Erdfäden zurück, so daß nach einigen Minuten lediglich durch die Wirkung der Flamme der Erdenrückstand eine kegelförmige Gestalt annimmt. Zur nachträglichen Verstärkung der solcherart hergestellten Mäntel namentlich an jenen Stellen, die dem ersten Anprall der Gase ausgesetzt sind, werden dieselben mittelst eines kleinen Pinsels mit einer ziemlich concentrirten Lösung der erwähnten Salze bestrichen, oder aber durch Eintauchen in diese Lösung mit einer neuen Schichte versehen, worauf dann durch secundenlanges Glühe[illegible]nzen Gewebes die Erden wieder ab-

geschieden werden. Um aber den »Erdenmantel« in fertiger Form an den tragenden Platindraht zu befestigen, so daß er allfälligen Erschütterungen möglichst zu widerstehen vermag, werden die mit dem Platindraht in Berührung stehenden Theile des Mantels in gleicher Weise behandelt; man bedient sich hierbei am besten einer Lösung von ungefähr gleichen Theilen Magnesium- und Aluminiumnitrat, welcher Phosphorsäure beigemischt wird.

Fassen wir nun das bisher Vorgebrachte in Kürze zusammen, so können wir sagen: Das neue Gasglühlicht stellt sich, vom chemisch-wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, als ein höchst werthvolles Product der glücklichen Erkenntniß dar einer unstreitig nützlichen und voraussichtlich noch weiter mit Vortheil ausnutzbaren Eigenschaft verschiedener von dieser Seite aus bisher nicht genügend gewürdigter Substanzen.

Die praktische Verwendung eben dieser Substanzen aber leidet vornehmlich an zwei Uebelständen, nämlich:

a) an der ganz außerordentlichen Zerbrechlichkeit des Glühkörpers;

b) an der großen Veränderlichkeit seines Licht-Emissionsvermögens.

Nach der ersteren Richtung hin ist es denn gewiß ohneweiters klar, das die beiden zuvor angeführten Brenner von Clamond und Popp, welche im Hinblicke auf die Benützung durchaus fester, schier unverwüstlicher Körper keinerlei äußerlichen Beschädigungen ausgesetzt erscheinen, im Gegensatze zu dem Auer'schen Glühkörper, der, kaum wägbar, auch nicht dem geringsten Drucke zu widerstehen vermag, einen ganz offenkundigen Vorzug *bieten*. Dieser Vorzug mag dem Theoretiker

immerhin ein geringfügiger scheinen; für den Gas-Installateur aber, dem die Aufgabe zufällt, eine Beleuchtungsanlage zu schaffen, die nach ihrer Fertigstellung zumeist völlig ungeübten Händen überantwortet, ja nicht selten den willkürlichsten Manipulationen des Laien ausgesetzt ist, muß gerade dieser Umstand von ganz eminenter Bedeutung sein.

Unvergleichlich schwerwiegender fällt hierbei aber der zweite, oben erwähnte Uebelstand ins Gewicht. In den ersten Ankündigungen des in Rede stehenden Brenners erschien die Dauer des fraglichen Glühkörpers mit »800—1000 Brennstunden« angegeben; es wurde hierbei allerdings völlig darauf vergessen, die Quelle namhaft zu machen, woraus man diese Angabe geschöpft. Einige Fachmänner nahmen sich denn die Mühe, letztere auf ihre Verläßlichkeit zu prüfen, indem sie einzelne Objecte mehrere Tage hindurch continuirlich functioniren ließen: diese Ermittelungen bestätigten indeß jene Angabe ganz und gar nicht.

Aber selbst in dem Falle, als man hierbei zu einem wesentlich verschiedenen Ergebnisse gelangt wäre, könnten wir einem solchen Experimente doch keine reelle Bedeutung beimessen, denn der besagte Brenner ist naturgemäß keineswegs dazu bestimmt, um durch eine so große Anzahl von Stunden hindurch ohne Unterbrechung in Thätigkeit zu sein, sondern liegt, im Gegentheil, diese seine Bestimmung nothwendig darin, nur in verhältnißmäßig wesentlich kürzeren Zeiträumen verwendet zu werden. Gerade bei einer solchen, den Anforderungen der täglichen Praxis entsprechenden Verwendungsweise tritt nun der mißliche Umstand zu Tage, daß der fragliche Glühkörper ein überaus ungünstiges Verhalten dem Staube *gegenüber aufweist*: derselbe hat nämlich die merkwürdige

Eigenschaft, daß er eine sehr rasche Luftcirculation herbeiführt; ist aber der durchziehende Luftstrom (wie in öffentlichen Localen wohl immer, ganz insbesondere zumal in Räumen, worin Bücher und Zeitungen frei aufliegen, zu gewärtigen) mit Staub erfüllt, dann legt sich dieser letztere an den einzelnen Fäden des glühenden Gewebes fest an und incrustirt rings um dieselben zu einer allmälig dichter werdenden Schicht, welche, den sonst leuchtenden Faden förmlich einhüllend, dessen Licht-Emissionsvermögen derart mehr und mehr abschwächt, daß unter Umständen schon nach Verlauf weniger Tage der Glühkörper so gut wie gar kein Licht mehr ausstrahlt, sich vielmehr als ein röthlich glühender Docht präsentirt, der schlechterdings ausgewechselt werden muß. Dieser Umstand läßt es denn leicht erklärlich erscheinen, daß die photometrischen Angaben bezüglich des in Rede stehenden Brenners so überaus unter einander verschieden sind: wir haben es da mit Intensitätswerthen zu thun, welche zwischen 20 bis herab zu blos 7 Kerzen schwanken, was nach dem Gesagten offenbar lediglich darauf zurückzuführen ist, daß die betreffenden Messungen an Glühkörpern vorgenommen wurden, die einmal seit längerer, ein andermal seit kürzerer Zeit, einmal in mit verhältnißmäßig staubfreier, ein andermal in mit Staub stark verunreinigter Luft erfüllten Räumen in Verwendung waren. Hieraus aber ergiebt sich die wichtige Folgerung:

Der Leuchtwerth des Auer'schen Glühlichtes kann im Allgemeinen ziffernmäßig schlechterdings nicht festgestellt werden; wir haben es dabei vielmehr mit einer Lichtquelle zu thun, deren Intensität ganz und gar von der Dauer ihrer Benützung und zudem noch von der Reinheit des Luftraumes

abhängt, in welchem dieselbe jeweilig in Verwendung steht.

Zur Erhitzung dieses Glühkörpers nun benützt der genannte Erfinder, falls ihm *Wassergas* zur Verfügung steht, einen gewöhnlichen Zweilochbrenner. Unter diesem Gesichtspunkte drängt sich gewissermaßen von selbst der Vergleich auf zwischen dem *Auer*'schen und dem lange vor ihm von dem Schweden *Fahnehjelm* erfundenen und seither vielfach mit ganz ausgezeichnetem Erfolge verwendeten Brenner. Der Glühkörper dieses letzteren besteht aus einer Anzahl von dünnen Nadeln aus scharf gebrannter Magnesia, welche in einem leichten Metallrücken mittelst einer plastischen, erhärtenden Masse befestigt sind. Diese Glühkämme werden in zweckdienlicher Weise in die an und für sich nicht leuchtende Wassergasflamme eingehängt und gerathen bei der hierbei auftretenden Flammen-Temperatur des Wassergases in Weißglühhitze, so daß dieselben ein vollkommen weißes, absolut ruhiges Licht ausstrahlen. Die Dauer eines solchen Glühkammes, welcher von der Essener Glühkammfabrik um den billigen Preis von nur 10 Pfg. erzeugt wird, beträgt 80—100 Brennstunden, so daß, beispielsweise, in den Wintermonaten die besagten Kämme alle acht Tage gewechselt werden müssen; diese Arbeit kann aber, dank der Festigkeit des Materials, selbst durch völlig ungeübte Laien erfolgen.

Der Auer'sche Glühkörper steht also unter sonst gleichen Verhältnissen dem Fahnehjelm'schen Glühkamme in Beziehung auf Handhabung, Dauerhaftigkeit, Widerstandsfähigkeit und Kosten ganz entschieden weitaus nach.

In besonderer Hinsicht auf unsere Verhältnisse müssen wir dessenungeachtet die durch das Vorstehende scheinbar bereits

erledigte Frage: »Also Fahnehjelm oder Auer?« nicht anders beantworten, als: Im Augenblicke für uns keiner von Beiden, und dies aus dem gewiß nicht sonderlich schwer faßbaren Grunde, weil wir . . . kein Wassergas haben. Für uns hat demnach die Auer'sche Erfindung vorläufig nur insoferne eine Bedeutung überhaupt, als sich dieselbe auch bei Benützung von gewöhnlichem Kohlengase bewähren sollte.

Für diesen Fall nun verwendet der Erfinder als Wärmequelle die Flamme eines gewöhnlichen Bunsen'schen Brenners, dessen Wirkungsweise in einem späteren Abschnitte eingehend besprochen werden wird. Hier dürfte es genügen, hierüber nur so viel zu sagen, daß die Bunsen-Flamme, welche für sich nicht leuchtet, dafür aber eine bedeutende Wärme liefert, dadurch erzeugt wird, indem man das Leuchtgas noch vor seiner Verbrennung mit einer bestimmten Luftmenge mischt. Die Beständigkeit der solcherart erhaltenen Flamme hängt also ganz nothwendig und in allererster Linie von der absoluten Gleichmäßigkeit der beiden in Betracht kommenden Ströme ab — eine Hauptbedingung, die in der täglichen Praxis, wenn überhaupt, doch nur in den seltensten Fällen gesichert erscheint. Jede zufällige Störung der besagten Continuität zieht demnach im Augenblicke eine völlig unvermeidliche Veränderung in dem betreffenden Verbrennungsprocesse nach sich: eine rasche Handbewegung, das kräftige Zuschlagen einer nahe befindlichen Thür, geschweige denn ein plötzlicher Windstoß, oder gar eine plötzliche Druckerhöhung in der Gasleitung — es sind dies nur wenige unter den zahlreichen Umständen, welche in der Praxis nach der besagten Richtung hin auftreten können, folglich auch stets gewärtigt werden müssen, so daß die von Auer gewählte Bunsen-Flamme vorweg niemals als eine constante Wärmequelle gelten kann.

Dieses Umstandes wegen ist denn auch die in Rede stehende Vorrichtung mit einem Glascylinder umgeben, welcher dazu bestimmt ist, einerseits das sonst leicht hin- und her-schwankende und im letzteren Falle selbstverständlich auch bald erglühende und bald wieder erlöschende Gewebe des Glühkörpers, andererseits die Flamme des darunter befindlichen Gasbrenners selbst möglichst zu schützen. Unter diesem Gesichtspunkte aber stellt sich der fragliche Brenner füglich als nichts Anderes dar, denn als ein äußerst empfindlicher Rundbrenner, dessen zweckdienliche Wirkungsweise auf der absoluten Constanz der Gaszuführung basirt. Diese Forderung aber kann nur dadurch erfüllt werden, daß man die betreffende Gasleitung mit einem durchaus verläßlichen Druck-Regulator versieht, weil in jedem andern Falle die Wärmeentwickelung in der gegebenen Bunsen-Flamme in Folge der stets im wechselndem Maße zuströmenden Gasmenge sich fort und fort ändert, demzufolge das Licht-Emissionsvermögen des Glühkörpers stets wechselt und ein häufiger Bruch des Glascylinders nachgerade völlig unvermeidlich ist.

Wir gelangen hierdurch zu der Schlußfolgerung: Das Auer'sche Gasglühlicht kann nur in dem Falle empfohlen werden, wenn es sich um die Beleuchtung einer Räumlichkeit handelt, die möglichst staubfrei ist; wenn man ferner die Anzahl der darin bis dahin verwendeten Flammen genau im Verhältniß zu der Intensität der neuen Lichtquelle vermehrt; wenn endlich die betreffende Gasleitung mit einem wirksamen Druckregulator versehen wird.

XV.

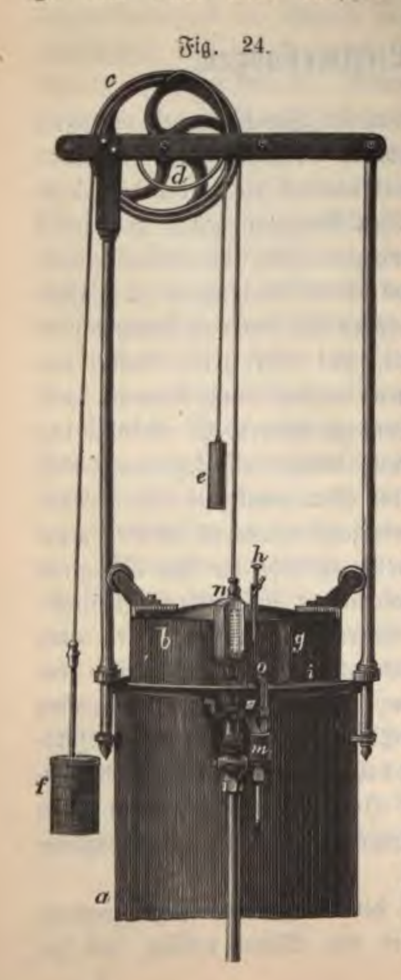
Praktische Lichtmessungen.

Die augenscheinlich bedeutende Verschiedenheit der durch die im Vorstehenden beschriebenen Brennertypen erreichbaren Lichteffecte weist wohl im Hinblicke auf die früher dargelegte Unzuverlässigkeit der bezüglichen Angaben gewiß von selbst auf die unbedingte Nothwendigkeit hin, die erforderlichen Messungen in jedem gegebenen Falle durchführen zu müssen. Daß hierbei in dem Falle, als es sich um eine streng wissenschaftliche Ermittelung handelt, auf eine große Reihe von Momenten Bedacht genommen werden muß, braucht wohl kaum erst noch besonders betont zu werden. Es ist indeß von dem praktischen Gas-Installateur billigerweise schlechtweg nicht zu fordern, daß er sich auf den Standpunkt des exacten Analytikers zu stellen habe; andererseits würde es wieder ebenso ungerechtfertigt erscheinen, wollte derselbe die ihm obliegende Aufgabe auf blindlings hingenommene Zahlenwerthe basiren: der richtige Mittelweg nach dieser Richtung hin wird ganz unstreitig darin also zu erblicken sein, daß der Praktiker eine Messungsmethode kennen lerne, welche ihn in der einfachsten und sichersten Weise in den Stand setzt, die fraglichen Lichtwerthe mit jener Genauigkeit selbst abzuleiten, die den Bedürfnissen der Praxis entspricht. In diesem Sinne allein sollen im Nachfolgenden die einschlägigen Factoren und Vorgänge kurz besprochen werden.

Die vielfach in Betreff der Gaszuführung zu gewärtigenden Störungen machen es vor Allem nöthig, das zur

Vornahme der fraglichen Lichtmessung erforderliche Gasquantum von der übrigen Leitung vollständig abzuschließen. Zu dem Ende wird dasselbe in einem eigenen Apparate (Fig. 42) angesammelt, welcher, dem bereits beschriebenen Elster'schen Apparat zur Ermittelung des specifischen Gewichtes ähnlich und »Cubicir-Apparat« genannt, im Wesentlichen aus dem Wasserbehälter a, der Gasglocke b, einer Scheibe c und der mit dieser fest verbundenen Curve d besteht, welch letztere dadurch, daß sie sich, beim Heraustreten der Glocke aus dem Wasser, dreht und hierbei dem an ihr tangential aufgehangenen Gewichte e einen genau im Verhältniß zu der dadurch bewirkten Zunahme der Glockenschwere wachsenden Hebelarm bietet, die in der Glocke jeweilig eingeschlossene Gasmenge stets unter constant bleibendem, durch das Contragewicht f von vornherein feststellbarem Drucke erhält. Der jeweilige Inhalt der Gasglocke wird durch das

Fig. 24.



Visir i an der Scala g abgelesen, und kann die Größe desselben bei Vornahme von mehreren auf einander folgenden Glockenfüllungen dadurch constant erhalten werden, indem man den Stift h so stellt, daß er, sobald die herabsinkende Glocke den betreffenden Theilstrich der Scala erreicht, das Gewicht m loslöst und mittelst desselben den Zuflußhahn l schließt.

Fig. 43.



Vom Cubicir-Apparat ausströmend, gelangt das zu prüfende Gas direct in den Experimentir-Gasmesser, von welchem aus dasselbe durch den Multiplicator hindurch zur Flamme, deren Intensität gemessen werden soll, geleitet werden muß Auf diesem seinem Wege aber ist das fragliche Gas kleinen Druckschwankungen sowohl im Verbindungsrohre, als auch innerhalb der Kammern des Gasmessers ausgesetzt, zu deren Beseitigung zwischen den beiden genannten Apparaten ein Regulator eingeschaltet werden muß. Die Einrichtung eines solchen Hilfsapparates ist aus der Nebenfigur (43) zu ersehen. Je nach der Stellung des verschiebbaren Gewichtes G

auf dem Hebel H wird der unter der Membrane M jeweilig auftretende Ueberdruck dadurch aufgehoben, daß sich die Durchströmungsweite des Kegelventils K mehr oder weniger schließt. Der in der Zuleitung herrschende Druck tritt also nur bis zu dem besagten Kegel; jede etwaige Steigerung dieses Druckes aber würde ein sofortiges Heben der Membrane, mithin ein entsprechendes Schließen des Ventils zur Folge haben.

Um nun die Größe der Intensität der solcherart hinsichtlich ihrer Wirkungsweise fixirten Gasflamme ziffernmäßig ausdrücken zu können, muß dieselbe unter Zuhilfenahme der im 9. Capitel abgeleiteten Formeln mit der Lichteinheit verglichen werden. Welche Lichtquelle liefert uns aber eine solche Einheit und unter welchen Bedingungen? Diese Frage schließt ein Problem in sich, welches, vom Standpunkte des Theoretikers wenigstens, voraussichtlich niemals eine durchaus befriedigende Lösung erfahren dürfte. Unsere vorliegende Aufgabe schließt es selbstverständlich von vornherein völlig aus, daß wir uns in eine eingehende Kritik der diesbezüglich versuchten Lösungen einlassen. Um aber doch dem Leser die Schwierigkeiten des Problems an und für sich einigermaßen erkennen zu lassen, dürfte es immerhin am Platze sein, die bisher vorgeschlagenen Lichteinheiten blos flüchtig anzuführen.

Man ging hierbei einerseits zunächst von der Annahme aus, daß das Leuchtgas unter dem Einflusse gleicher Umstände auch gleiche Wirkungen hervorbringen müsse. So stellte Lowes, später auch Giroud, die Behauptung auf, daß bei gleicher Höhe der Flamme eines Einlochbrenners die Lichtstärke derselben dem bezüglichen Gasconsum direct proportional sei; Erdmann und Elster hinwieder glaubten, annehmen zu dürfen, daß die besagte Lichtstärke proportional sei jenem Luftquantum, welches dem zu untersuchenden Gase beigemengt

werden muß, um dessen Leuchtvermögen völlig aufzuheben — Annahmen, deren Richtigkeit von den praktischen Versuchs-Ergebnissen indeß leider nicht bestätigt erscheint. Andere Forscher wollten dagegen von der Beurtheilung der fraglichen Lichtstärke das menschliche Auge völlig ausschließen, um an dessen Stelle diese oder jene Substanz zu setzen, von der angenommen wurde, daß sie ein bestimmtes Verhalten den Einwirkungen der Lichtstrahlen gegenüber aufweise. Darauf basirt, beispielsweise, das von Crookes construirte »Radiometer«, welches sich im Wesentlichen als ein aus Glimmerblättchen bestehendes Radkreuz darstellt, dessen Flügel einseitig mit Ruß oder einer sonst hierzu geeigneten Substanz überzogen sind. Angenommen also, ein solches Radkreuz vollführe, unter der Einwirkung einer gegebenen Lichtquelle in eine rotirende Bewegung gesetzt, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes eine gewisse Anzahl von Umdrehungen; angenommen ferner, dasselbe Radkreuz mache unter der Einwirkung einer zweiten Lichtquelle während der nämlichen Zeitdauer eine größere oder geringere Anzahl von Umdrehungen: so ist wohl unstreitig die Folgerung gestattet, daß dieses in Rede stehende Radkreuz bei richtiger Anwendung des bezüglichen Gesetzes, wonach die Anzahl der Umdrehungen proportional dem betreffenden Drehungswinkel wächst, im Stande ist, für die zwei mit einander verglichenen Intensitäten ganz richtige Verhältnißzahlen zu liefern. Wird aber nach dem nämlichen Principe ein zweites Instrument von derselben Art construirt, dann bleibt freilich die schwer wiegende Frage offen, ob bei der Anfertigung, beziehungsweise bei der Benützung desselben wieder alle die besagten Verhältnisse in genau demselben Maße sich wiederholen, ob also auch diesmal wirklich die gleiche Substanz und diese in gleicher Menge, wie vorhin,

eine Höhe von 42 Mm. erreicht; anderswo wieder steht eine in ähnlicher Weise präcisirte Stearinkerze in Verwendung. Der Verein deutscher Gasfachmänner dagegen hat auf seiner im Jahre 1872 zu Würzburg stattgehabten Versammlung als Normallichtquelle die Paraffinkerze in folgender Weise normirt:

a) Das Kerzenmaterial soll möglichst reines Paraffin sein von einem nicht unter 55 Grad Celsius liegenden Erstarrungspunkte;

b) die Kerze soll einen Durchmesser von 20 Mm. erhalten, genau cylindrisch und so lang sein, daß 6 Kerzen ein Zollpfund = 500 Gramm wiegen;

c) die Dochte sollen in möglichster Gleichförmigkeit aus 24 baumwollenen Fäden geflochten sein und im trockenen Zustande pro laufenden Meter ein Gewicht von 0·668 Gramm haben;

d) für die Beobachtung ist die Einhaltung einer bestimmten, für die Normalkerze geeigneten Flammenhöhe von 50 Mm. unbedingt nothwendig.

Das Verhältniß zwischen den Intensitäten, welche durch die soeben angeführten Normalkerzen geliefert werden, ist aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Spermaceti-	Paraffin-	Stearin-	Wachs-
	K e r	z e	
1·000	1·023	0·907	0·930
0·977	1·000	0·887	0·909
1·102	1·128	1·000	1·028
1·075	1·100	0·975	1·000

Im Sinne der obigen Bestimmung d empfiehlt es sich also, die Intensität der einmal in der gewünschten Weise

brennenden Kerze möglichst genau zu fixiren; dazu eignet sich am besten die Flamme des Einloch-Gasbrenners. Man begnüge sich hierbei jedoch keineswegs mit einer einzigen Einstellung, sondern wiederhole dieselbe mehrmals, notire hierbei jedesmal den Gasbedarf und stelle hierauf die fragliche Flamme auf den hieraus sich ergebenden mittleren Consum ein.

Nichts Unsinnigeres kann dagegen nach dieser Richtung hin unternommen werden, als daß man — wie leider häufig — das jeweilige Messungsergebniß nachträglich im Verhältniß zum verbrauchten Kerzenmaterial »corrigirt«. Damit hat es nämlich folgendes Bewandtniß: Von jeder einzelnen Spermaceti-Kerze, beispielsweise, wird stillschweigend vorausgesetzt, daß sie 120 grains pro Stunde consumirt. Falls nun — wie in der Regel — dieser Consum überstiegen wird, man also etwa einen Consum von 124 grains constatirt, so glaubt man, sich mit nachstehender Ueberlegung helfen zu können: Am Photometer wurden, beispielsweise, 14·5 Kerzen abgelesen, welche nur 120 grains consumiren sollten; der ermittelte Mehrconsum rührt also davon her, daß die Kerze stärker brannte, in Folge dessen auch eine Lichtstärke entwickelte, welche größer war als die verlangte Einheit, und zwar im Sinne der Proportion:

$$x : 14{\cdot}5 = 124 : 120,$$

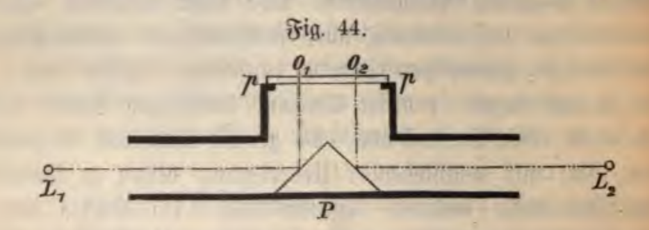
woraus sich die »corrigirte« Lichtstärke zu $x = 15$ Kerzen ergiebt — eine Folgerung, welche aus dem Grunde absolut falsch ist, weil der Verbrauch an Kerzenmaterial und die hierbei erzeugte Lichtstärke in keinerlei nachweisbarer Beziehung zu einander stehen.

Haben wir nun den Einlochbrenner an dem einen Ende einer horizontalen Latte, den zu messenden Brenner an dem anderen Ende derselben befestigt und beide nach Einschaltung

der früher angeführten Instrumente mit dem Cubicirapparate verbunden, so handelt es sich nur noch, die hierbei auftretenden Helligkeiten gleichzeitig wahrzunehmen, um sie durch Verschiebung des gemeinsamen Lichtschirmes auf diesem einander möglichst gleich machen zu können. Zu dem Ende erhält der besagte Schirm am besten entweder die von Ritchie, oder aber jene von Bunsen vorgeschlagene Form.

Der Ritchie'sche Lichtschirm (Fig. 44) charakterisirt sich im Wesentlichen dadurch, daß die beiden mit einander zu vergleichenden Lichtquellen ein zwischen denselben angebrachtes

Fig. 44.

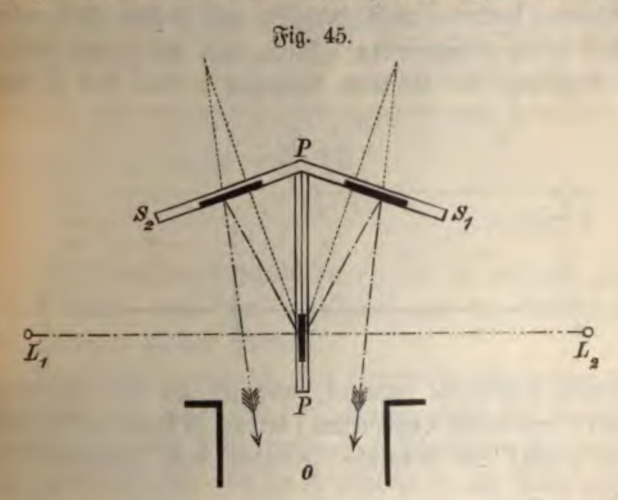


gleichschenkeliges Prisma P beleuchten. Dieses Prisma kann nun entweder ein voller, undurchsichtiger Körper sein, oder aber dadurch gebildet werden, daß man zwei Spiegel unter einem rechten Winkel zusammenstoßen läßt, in welch letzterem Falle die fraglichen Helligkeiten nach oben hin reflectirt werden und hier, nur durch die Prismenkante von einander getrennt, auf einer matten Glasplatte p p gleichzeitig zur Wahrnehmung kommen.

Wenngleich nicht durchaus frei von Mängeln, so hat doch bisher der von Bunsen in Vorschlag gebrachte Lichtschirm die größte Verwendung erfahren. Derselbe besteht in der Hauptsache (Fig. 45) aus einer Papierscheibe PP, in deren Mittelpunkt sich ein transparenter Kreis oder Stern

von etwa 30 Mm. im Durchmesser befindet, der am einfachsten in der Weise hergestellt wird, daß man die Fläche eines Petschaftes mit Stearin bedeckt, letzteres erhitzt und es hierauf leicht auf eine gut gespannte Papierfläche aufdrückt, wodurch sich dann der Fettstoff gleichmäßig vertheilt. Zu beiden Seiten dieser Papiertheile ist je ein Planspiegel S derart befestigt, daß er mit der Richtung der einfallenden Licht-

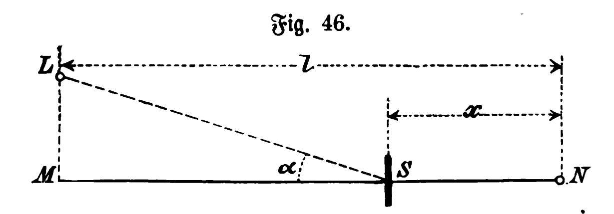
Fig. 45.



strahlen einen für die leichte Wahrnehmung des betreffenden Lichtbildes möglichst geeigneten Winkel einschließt. Trifft nun der von der Lichtquelle L_1 herrührende Lichtstrahl auf den Schirm, so wird ein Theil dieser Lichtmenge von diesem letzteren absorbirt, ein zweiter Theil wird von demselben reflectirt, während ein dritter Theil durch den transparenten Kreis hindurchgeht, auf den Spiegel S_1 trifft und, von diesem reflectirt, zum Auge des Beobachters in O gelangt. Ebenso nimmt man durch den zweiten Spiegel S_2 das von der Lichtquelle

L_2 hierauf erzeugte Lichtbild wahr. Der besagte Fettfleck erscheint also im ersteren Falle in dem rechtsseitigen Spiegel hell auf dunklem Grunde, auf dem linksseitigen dagegen dunkel auf hellem Grunde; ist demnach die Intensität der zweiten Lichtquelle jener der ersteren gleich (oder, was dasselbe ist, wird der Schirm mehr und mehr der relativ schwächeren Lichtquelle genähert), so kann der in Rede stehende Fettfleck weder hell noch dunkel erscheinen, sondern muß derselbe auf beiden Schirmseiten nahezu völlig verschwinden. Wird nun bei dieser Stellung des Schirmes der Abstand desselben x von der zu unter-

Fig. 46.



suchenden Lichtquelle gemessen, wogegen die fixe Entfernung zwischen den beiden Lichtquellen l betrug, so hatte der Gleichung (13) zufolge die fragliche Flamme eine Intensität von $\frac{x^2}{(l-x)^2}$ Kerzen.

Wesentlich anders gestaltet sich dem entgegen die Sache, wenn, wie dies bei den in letzterer Zeit mehr und mehr in Anwendung kommenden invertirten Lampen der Fall ist, nur die Strahlen der einen Flamme, jene des Normalbrenners N (Fig. 46) allein, den Lichtschirm S in senkrechter Richtung treffen, wogegen die Strahlen der zu messenden Lichtquelle L mit der Photometerachse einen Winkel α einschließen. Denn in diesem Falle tritt auf der rechtsseitigen

Fläche des Schirmes eine Helligkeit $h = \frac{i}{x^2}$ auf; dagegen beträgt nach den früher entwickelten Gleichungen der Werth H der linksseitig auftretenden Helligkeit

$$H = \frac{J\,(l - x)}{[a^2 + (l - x)^2]\,\sqrt{a^2 + (l - x)^2}}$$

Verschieben wir nun in diesem Falle den Lichtschirm so lange, bis auf beiden Seiten desselben gleiche Helligkeiten $H = h$ herrschen, so erhalten wir die Gleichung:

$$\frac{J\,(l - x)}{[a^2 + (l - x)^2]\,\sqrt{a^2 + (l - x)^2}} = \frac{i}{x^2}$$

und daraus die gesuchte Relation:

$$J = i\,.\,\frac{[a^2 + (l - x)^2\,\sqrt{a^2 (l - x)^2}}{{}^2(l - \quad x)} \;\ldots\ldots (16).$$

Die Bedeutung dieser Gleichung für die praktische Lichtmessung dürfte wohl am deutlichsten aus der Betrachtung eines concreten Falles erhellen.

Angenommen nämlich, das betreffende Photometer habe eine Länge $e = 2500$ Mm., die Aufhänghöhe des fraglichen Brenners über dem Mittelpunkte des Photometerschirmes betrage $a = 500$ Mm. und die Gleichheit in der beiderseitigen Beleuchtung dieses letzteren sei bei einem Abstande $x = 625$ Mm. erreicht worden, so würden wir nach der sonst üblichen Gleichung auf der Photometerscala eine Intensität:

$$J^1 = i\,.\,\frac{(2500 - 625)^2}{625^2} = i\,.\,\frac{3515625}{390625} = 9\,.\,i$$

Kerzen ablesen. Durch die Anwendung der obigen Gleichung ergiebt sich dagegen der wahre Intensitätswerth zu:

$$J'' = i\,.\,\frac{(500^2 + 3515625)\,\sqrt{500^2 + 3515625}}{390625\,.\,1875} = 9{\cdot}97\,.\,i$$

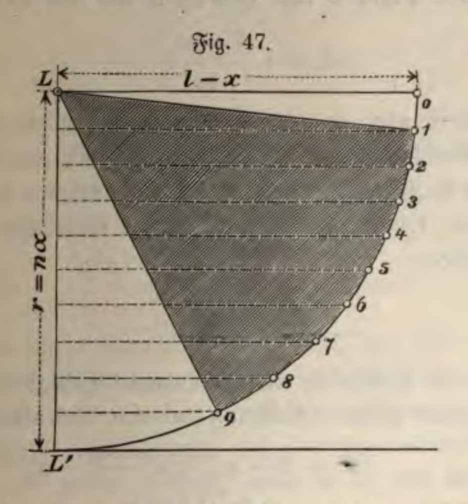
Kerzen. Beträgt also die Intensität i der hier benützten Zwischenlichtquelle etwa 15 **Kerzen**, so hat man es im ersten Falle mit einer Ablesung von 9 . 15 = 135, im zweiten Falle mit einer rechnungsmäßigen Ermittelung von 9·97 . 15 = 149·55, mithin dort mit einem Fehler von 149·55 — 135 = 14·55 Kerzen zu thun.

Der oben entwickelte Ausdruck setzt uns freilich vorerst nur in die Lage, die fragliche Intensität der hier in Rede stehenden Brenner lediglich nach einer einzigen Richtung hin, also mit Rücksicht auf diesen oder jenen Lichtstrahl allein zu ermitteln. Bisher hat man sich denn im Allgemeinen thatsächlich auch damit begnügt, derlei Ermittelungen blos unter bestimmten Winkeln auszuführen, und selbst dazu konnte man, da die obige Formel fehlte, nur dadurch gelangen, indem man einen eigens hiefür eingerichteten Apparat (etwa das Radialphotometer von Dibdin, oder das Winkelphotometer von Elster) benutzte. Fassen wir dagegen unseren obigen Ausdruck näher ins Auge und wenden wir ganz die nämliche Methode auf einen und denselben Brenner bei verschiedener Aufhänghöhe dieses letzteren an, so kommen wir leicht zu der Einsicht, daß es auf diese Weise nicht nur möglich, sondern zudem sehr einfach ist, den mittleren Intensitätswerth derartiger Lichtquellen abzuleiten.

Denken wir uns nämlich den gegebenen Brenner L Fig. 47) zunächst in die Photometerachse gestellt, so unterliegt es — wie gezeigt — keiner Schwierigkeit, aus der Helligkeit h_0, welche in dem Lichtschirme zur Wahrnehmung gelangt, unter Zuhilfenahme der besagten Grundgleichung die Intensität J_0 zu berechnen. Verschieben wir hierauf eben jenen Brenner im verticalen Sinne um ein bestimmtes Maß a nach aufwärts, ohne hierbei den Abstand zwischen der Lichtquelle

dem Schirme zu ändern, derart also, daß letzterer von
ach 1 gelangt, so wird dieser Punkt 1 eine Helligkeit h_1
weisen, woraus, wie vorhin, ein zweiter Intensitätswerth J_1
eleitet werden kann. Durch successive weitere Verschiebungen
Brenners im gleichen Sinne und bei constanter Einhaltung
besagten Maßes a rückt solcherart der Lichtschirm nach
ander in die Stellungen 2, 3, 4 u. s. w., denen die Hellig-

Fig. 47.



en h_2, h_3, h_4 u. s. w. entsprechen und woraus die Inten-
tswerthe J_2, J_3, J_4 u. s. w. immer wieder in der ana-
en Weise gerechnet werden können.

Wir erhalten auf diese Weise bei etwa n verschiedenen
fstellungen des Brenners auch n verschiedene Intensitäts-
the, mithin als arithmetisches Mittel dieser letzteren eine
hl $\frac{J_0 + J_1 + J_2 + \ldots\ldots Jn}{n}$, welche uns die gesuchte
tlere Intensität J des gegebenen Brenners liefert.

Es würde nun offenbar eine sehr zeitraubende Ar sein, wollte man jeden der besagten Intensitätswerthe für ermitteln; um dies zu vermeiden, wollen wir für den f lichen Zahlenwerth einen allgemeinen Ausdruck ablei Es führt uns hierzu die folgende Ueberlegung:

Der gegebene Brenner besitzt, wie gesehen, mit R sicht auf den Punkt 0 eine Intensität von der Größe

$$J_0 = i \cdot \frac{(l - x_0)^2}{x_0{}^2}.$$

Nun ist aber $(l - x)^2 = r^2 = (n\,a)^2$, worin n die zahl der Verschiebungen bedeutet, welche wir innerhalb gesammten Aufhänghöhe $LL^1 = n\,a$ vorzunehmen die Ab haben; wir können demnach die vorige Gleichung auch folgt schreiben:

$$J_0 = i \cdot \frac{n^2 a^2}{x_0{}^2}.$$

Die im Punkte 1 wahrgenommene Helligkeit läßt Grund unserer obigen Gleichung auf eine Intensität:

$$J_1 = i \cdot \frac{[a^2 + (l - x_1)^2]\sqrt{a^2 + (l - x_1)^2}}{x_1{}^2 (l - x_1)}$$

zurückschließen. Es ist aber $a^2 + (l - x_1)^2 = r^2 = (n\,a)^2$

$$l - x_1 = \sqrt{r^2 - a^2} = \sqrt{(n\,a)^2 - a^2} = a\sqrt{n^2 - 1},$$ mitl

$$J_1 = i \cdot \frac{n^3 a^3}{x_1{}^2 a \sqrt{n^2 - 1}} = i \cdot \frac{n^3 a^2}{x_1{}^2 \sqrt{n^2 - 1}}.$$

Ebenso erhalten wir für den Punkt 2 den Werth

$$J_2 = i \cdot \frac{[(2\,a)^2 + (l - x_2)^2]\sqrt{(2\,a)^2 + (l - x_2)^2}}{x_2{}^2 (l - x_2)}.$$

Da jedoch auch hier $2a^2 + (l - x_2)^2 = r^2 = (na)^2$ und
$l - x_2 = \sqrt{r^2 - (2a)^2} = \sqrt{n^2a^2 - 4a^2} = a\sqrt{n^2 - 4}$
ist, so geht die vorstehende in die neue Gleichung über:

$$J_2 = i \cdot \frac{n^3a^3}{x_2^{\,2}\, a\sqrt{n^2 - 4}} = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_2^{\,2}\sqrt{n^2 - 4}}.$$

In analoger Weise erhalten wir im Weiteren die Werthe:

$$J_3 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_3^{\,2}\sqrt{n^2 - 9}} \qquad J_7 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_7^{\,2}\sqrt{n^2 - 49}}$$

$$J_4 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_4^{\,2}\sqrt{n^2 - 16}} \qquad J_8 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_8^{\,2}\sqrt{n^2 - 64}}$$

$$J_5 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_5^{\,2}\sqrt{n^2 - 25}} \qquad J_9 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_9^{\,2}\sqrt{n^2 - 81}}$$

$$J_6 = i \cdot \frac{n^3a^2}{x_6^{\,2}\sqrt{n^2 - 36}} \qquad J_{10} = i \cdot \frac{n^3a^2}{0}.$$

Von diesen Werthen entfallen nun jene von J_0 und J_{10} ganz aus der Rechnung, der erste deshalb, weil die hier betrachteten Brenner unmittelbar über der Flamme mit einem Ringe versehen sind, woran sich die horizontalen Strahlen brechen; der zweite deshalb, weil in L^1 der Cosinus des Einfallswinkels $= 0$ ist. Die Summe der übrig bleibenden Intensitätswerthe, dividirt durch die Anzahl derselben $(n - 1)$ liefert uns aber die gesuchte mittlere Intensität des fraglichen Brenners.

Der Ausdruck für diese letztere lautet demnach:

$$J = i \cdot \frac{n^3a^2}{n-1}\left(\frac{1}{x_1^{\,2}\sqrt{n^2 - 1}} + \frac{1}{x_2^{\,2}\sqrt{n^2 - 4}} + \frac{1}{x_3^{\,2}\sqrt{n^2 - 9}} + \right.$$

$$\left. \ldots\ldots + \frac{1}{x_{n-1}^{\,2}\sqrt{n^2 - (n-1)^2}}\right) \quad \ldots \quad (17)$$

Es hat freilich den Anschein, als würde die Ausführung der vorliegenden Messung nach dieser Methode viel Zeit in Anspruch nehmen; man wird sich indeß sofort vom Gegentheile dadurch überzeugen, indem man bedenkt, daß mit einziger Ausnahme der Größen x alle übrigen in unserer Formel vorkommenden Größen von vornherein ausgerechnet werden können und nur ein für allemal ausgerechnet zu werden brauchen; daß es zudem in den meisten Fällen für die Zwecke der Praxis vollkommen genügen wird, etwa nur 3 bis 4 einzelne Messungen durchzuführen, das heißt nur ebenso viele Einstellungen zu machen, wobei absolut nichts Anderes, als der jeweilige Abstand zwischen dem Lichtschirme und dem Normalbrenner (Zwischenlichtquelle) allein abzumessen ist.

Für solch einen praktischen Fall würde also, beispielsweise, bei Annahme von $i = 15, a = 0{\cdot}5$ m und $n = 4$ die obige Gleichung in die einfache Relation übergehen:

$$J = 15 \, . \, \frac{64 \, . \, 0{\cdot}25}{3} \left(\frac{1}{x_1{}^2 \sqrt{15}} + \frac{1}{x_2{}^2 \sqrt{12}} + \frac{1}{x_3{}^2 \sqrt{7}} \right)$$

oder, nach Ausführung der hier angedeuteten Operationen, endlich:

$$J = 80 \left(\frac{1}{3{\cdot}873 \, x_1{}^2} + \frac{1}{3{\cdot}464 \, x_2{}^2} + \frac{1}{2{\cdot}646 \, x_3{}^2} \right)$$

worin einfach nur noch die Größe jener Abstände x_1, x_2 und x_3 einzusetzen ist, in welchen sich der Lichtschirm der Vergleichslichtquelle gegenüber in jenem Augenblicke befindet, wobei die Gleichheit bezüglich der beiderseitigen Beleuchtung des Schirmes constatirt wird.

Vierter Abschnitt.

Das Gas als Wärmequelle.

XVI.

Bedenken gegen die Gasfeuerung.

Obgleich die hauptsächlichste Verwendung des Leuchtgases in der Ausnützung der Leuchtkraft desselben besteht, so kann es, schon aus den bisher gemachten Erfahrungen zu schließen, auch als Wärmequelle im Haushalte große Vortheile bieten, insoferne man es nur versteht, diese seine Eigenschaft in rationeller Weise nutzbar zu machen. Gerade nach dieser Richtung hin aber begegnen wir leider nicht nur im großen Publicum, sondern auch in den Kreisen der Gas-Installateure selbst einer Reihe von irrthümlichen Anschauungen, durchaus ungerechtfertigten Befürchtungen, Mißgriffen aller Art.

In wohl allererster Linie pflegt man wider die Gasfeuerung den Vorwurf zu erheben, daß darunter die Schmackhaftigkeit der damit bereiteten Speisen leidet.

Genügt schon — pflegt man gewöhnlich zu sagen — ein kleiner Gasofen vollkommen, um innerhalb einer verhältnißmäßig ganz kurzen Zeit die Atmosphäre in dem betreffenden

Raume derart mit übelriechenden Gasen zu erfüllen, daß der darin Verweilende, von der lästigen Afficirung seiner Geruchsorgane auch völlig absehend, gar bald von heftigen Kopfschmerzen und Ueblichkeiten befallen wird — wie erst bei stundenlangem Aufenthalte in der engen Küche und unmittelbar über der Entwickelungsstelle einer so bedeutenden Wärme!

Diesem Einwande gegenüber drängt sich uns die naheliegende Frage auf: Unter Einhaltung welcher Bedingungen kann eine allen billigen Anforderungen entsprechende Verbrennung überhaupt, mithin ganz abgesehen von dem jeweilig zur Verwendung gelangenden Brennmaterial und ebenso von der besonderen Eigenthümlichkeit der hierzu gewählten Einrichtung, erfolgen?

Die Antwort hierauf lautet:

1. Muß das fragliche Brennmaterial in Beziehung auf seine Wärmeabgabe möglichst ausgenützt werden können;

2. darf die Verbrennung desselben von möglichst geringen lästigen oder gar schädlichen Folgen begleitet sein.

Mit anderen Worten: *Die Verbrennung selbst und die Abführung der Verbrennungsproducte müssen in möglichst vollkommener Weise bewirkt werden können.*

Was nun zunächst die ersterwähnte Bedingung betrifft, so kann derselben nur dann genügt werden, wenn dahin Sorge getragen wird, daß das betreffende Brennmaterial bei *richtigem Luftzutritte* zur Verbrennung gelange. Denn, wie schon an anderer Stelle dargelegt, stellt jede Verbrennung nichts Anderes dar, als die innige Verbindung des jeweilig verbrennenden Körpers mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen *Luft*: das Verhältniß der hierbei erforderlichen Sauerstoffmenge, also auch jenes des eben diesen Sauerstoff

liefernden Luftquantums, zu der Menge des Materials, welches verbrannt werden soll, ist demnach in jedem Falle ein durchaus bestimmtes. So lange nun dieses Verhältniß genau eingehalten wird, ebenso lange findet auch eine vollkommene Verbrennung, und in Folge dessen die überhaupt mögliche Wärmeentwickelung statt; wird dagegen das besagte Verhältniß geändert (sei es dadurch, daß bei gleichbleibender Luftmenge die Menge des Brennmaterials vermehrt, sei es dadurch, daß eben diese Menge vermindert wird — oder umgekehrt), so vermindert sich gleichzeitig mit der größeren oder geringeren Unvollkommenheit der Verbrennung nothwendig auch die Menge der hierbei frei werdenden Wärme dadurch, daß bei gasförmigen Körpern ein Theil des Brennstoffes in Form von unverbrannten Gasen, bei festen Körpern dagegen die festen Bestandtheile derselben in Form von Rauch entweichen müssen.

Im Hinblicke auf diesen Umstand ist es denn gewiß ohneweiters gerechtfertigt, die Behauptung aufzustellen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die vollkommene Verbrennung des Leuchtgases ungleich leichter und sicherer bewirkt werden kann, im Vergleich zu jener eines beliebigen festen Brennstoffes. Denn bei diesem letzteren kann weder von vornherein, noch auch, und um so weniger, im Verlaufe des Verbrennungsprocesses auf die Einhaltung des geforderten Luftzutrittes mit Sicherheit gerechnet werden. Das oftmalige Oeffnen der Herdthüre, das beständige Schüren, insbesondere aber das Einwerfen von frischem Brennmaterial, dessen niedriger Temperaturgrad auf den bereits glühenden Brennstoff abkühlend wirkt, ist fort und fort von bedeutenden Wärmeverlusten und enormer Rauchbildung begleitet, so daß man mit vollem Rechte sagen kann, daß von den auf dem

flamme bereiteten Speisen schlechterdings in keiner Weise vermindert werden.

Man wendet gegen die Gasfeuerung im Ferneren ein, daß dieselbe im Vergleich zur Feuerung mit festen Brennmaterialien wesentlich höhere Kosten verursacht. Dieser Einwand erweist sich von vornherein als ein durchaus ungerechtfertigter, schon deshalb, weil die festen Bestandtheile irgend welchen Brennstoffes bei der Wärmeerzeugung offenbar nur nachtheilig wirken müssen, indem ja die Menge der jeweilig gewünschten Wärme nicht von diesen, sondern lediglich von der Menge der hieraus sich entwickelnden Gase und von dem calorischen Werthe dieser letzteren abhängt.

Es ist demnach ganz und gar unökonomisch, ja geradezu unrationell, sich zu Feuerungszwecken eines festen Brennstoffes direct zu bedienen. Denn dieser kann als solcher noch keinerlei Wärme liefern, sondern muß derselbe auf dem Herdroste erst, also in der primitivsten und unvollkommensten Weise von seinen festen, mithin völlig nutzlos bezahlten Bestandtheilen befreit werden, damit er ein wärmegebendes Gas liefern könne, welch letzteres wieder dem uns von dem Gaswerke direct gelieferten, bereits völlig reinen Gase in Beziehung auf Wärmegehalt unendlich nachsteht.

Endlich wird noch gegen die Gasfeuerung der Vorwurf erhoben, daß dieselbe mit mancherlei und nicht geringen Gefahren verbunden ist. Man sagt: Dem Leuchtgase fallen jahraus jahrein zahlreiche Menschenopfer in Folge von Vergiftungen, noch zahlreichere Verheerungen in Folge von Explosionen zur Last. Diese Thatsache soll vorweg keinesfalls in Abrede gestellt werden. Wir aber fragen unsererseits wieder: Unter welchen Umständen können denn überhaupt derlei Unglücksfälle stattfinden? Hierauf die einfache und einzig mög-

liche Antwort: Nur dann, wenn das Leuchtgas in noch unverbranntem Zustande ausströmt, denn dasselbe vermag weder zu explodiren, noch auch gesundheitsschädlich, geschweige denn gar tödtlich zu wirken, insolange es zur successiven vollständigen Verbrennung gelangen kann.

Der Beweis hierfür braucht gottlob nicht mehr neu erbracht zu werden, denn derselbe wurde schon bei der ersten Einführung der Gasbeleuchtung geliefert. Als nämlich um das Jahr 1815 die Londoner Feuerversicherungs-Gesellschaften ich entschieden weigerten, Versicherungen hinsichtlich von mit Leuchtgas versehenen Gebäuden einzugehen, da lud sie der Ingenieur S. Clegg auf das Gaswerk hinaus. Während un die betreffende Commission an Ort und Stelle die vermeintlich verheerenden Folgen erwog, welche eine etwaige Beschädigung des Gasbehälters für den angrenzenden Stadtheil voraussichtlich nach sich ziehen müßte, ergriff Clegg, asch entschlossen, einen Pickel, schlug damit ein weites Loch n die Wand des Gasbehälters, und zündete, ehe ihn Jemand aran hätte hindern können, das demselben entströmende Gas n. Die bestürzte Commission lief natürlich, so weit sie nur aufen konnte; die Fabriksarbeiter und ihr Ingenieur mitten nter ihnen, sie waren alle völlig unversehrt geblieben, denn er Gasbehälter stand ruhig am selben Fleck, eine riesige ackel nährend, welche ringsum Alles gar prächtig beleuchtete .. und diese Beleuchtung wirkte denn auch auf die besagte ommission derart, daß sie ohneweiters erklärte, fortan auch it Leuchtgas versehene Baulichkeiten in den Bereich ihrer schäftlichen Thätigkeit ziehen zu wollen.

Das Leuchtgas ist also, wenn einmal im Zustande der erbrennung befindlich, in keiner Weise mehr gefährlich; gehrdrohend ist es nur dann, wenn eine unbeabsichtigte

Ausströmung desselben innerhalb geschlossener Räume erfolgt. Es giebt indeß der Mittel genug, um sich dagegen wirksam schützen zu können, wie an einer späteren Stelle gezeigt werden soll.

XVII.

Vorzüge der Gasfeuerung.

Die Wiederkehr der ersten trüben Herbsttage gemahnt jahraus jahrein die vorsorgliche Hausfrau an die ernste Pflicht, sich bei Zeiten, so lange die Preise sich noch innerhalb verhältnißmäßig niedriger Grenzen bewegen, mit genügendem Holz- und Kohlenvorrath für den nahenden Winter zu versehen. Der geeignete Zeitpunkt ist freilich nicht immer recht sicher zu treffen: vielleicht schon wenige Tage später ist die Marktlage in Folge der inzwischen gesteigerten Nachfrage völlig geändert und muß nunmehr der Mangel an rechtzeitiger Vorsorge, ja, nicht selten, der Mangel an augenblicklich verfügbaren Geldmitteln mit einem desto empfindlicheren finanziellen Opfer gesühnt worden.

Aber nehmen wir selbst an, unsere erfahrene Hausfrau wäre gerade im richtigen Momente in der angenehmen Lage gewesen, die fragliche Bestellung zu besorgen. »Angenehm« nannten wir diese ihre Lage? Nein, fürwahr, eine solche ist sie denn doch schlechterdings nicht: es müssen die Holzplätze auf- und abgeschritten, es muß die Waare genau besehen, über den Preis verhandelt, die Art der Zerkleinerung und

der Zustellung des Materials ins Haus vereinbart werden . . . endlich ist Alles geordnet, Holz und Kohlen im Keller.

Nun nimmt aber erst recht ihren Anfang die alltäglich sich erneuernde lästige Plage.

Schon beim Bereiten des Frühstückes legt nicht selten die sorglose Magd eine übermäßige Menge Holz auf den Herdrost und — will das Feuer nicht allsogleich fangen, oder möchte sie gar ihr verspätetes Aufstehen vor der strengen Frau möglichst vertuschen —, so greift sie am liebsten zu dem Petroleumbehälter und begießt mit der leicht entzündlichen, leider auch ebenso leicht und gefährlich explodirbaren Flüssigkeit den widerspenstigen Brennstoff. Dieser ist endlich bezähmt und giebt die gewünschte Wärme von sich. Der Kaffee ist aber längst schon auf dem Tische und noch immer brennt es im Herde nach Herzenslust: im Winter mag man es immerhin dulden, im Sommer jedoch welche Qual für die Dienerschaft in dem ohnehin engen Raume, welche Vergeudung zum Nachtheil des Haushaltes!

Bei der Bereitung des Mittagsmahls gestaltet sich die Sache wahrlich nicht besser. Anfangs geht es bei mächtig loderndem Feuer noch leidlich, denn das zum Sieden zu bringende Wasser, das darin zu kochende Fleisch und Gemüse erheischen eine möglichst rasche und intensive Hitze. Dies jedoch keineswegs auf lange: ist ein bestimmter Zeitpunkt verstrichen, so wirkt fortan jedes Uebermaß an Wärme verderblich. Das schier unaufhörliche Schüren des Feuers, das zeitweise Oeffnen der Herdthür, das Entfernen des Kochgeschirres aus der Herdöffnung und, bei Unterlassung all' dieser Vorsicht, das Ueberfließen der Töpfe, das Anbrennen der Speisen, der widerliche Rauchbeigeschmack derselben . . . . es sind dies nur wenige

Schlagworte aus dem männiglich bekannten langen Klagelied der Köchin.

Das Mittagmahl wird aufgetragen und eingenommen, es wird auch abgetragen — aber noch immer brennt es im Küchenherde ohne Unterlaß fort: muß ja doch das Waschwasser, das allerdings erst nach etwa einer Stunde, oder gar noch darüber zur Verwendung kommen soll, inzwischen warm erhalten werden.

Nicht lange darauf ist es Zeit zum Nachmittagskaffee, und es zeigt uns der Herd von Neuem die in der frühesten Morgenstunde schon einmal ausgestandene Bedrängniß.

Am Abend endlich wiederholt sich im Großen und Ganzen das Bild der mittäglichen Mißwirthschaft.

Und so geht es Tag um Tag, in der kalten ebenso wie in der heißen Jahreszeit. Von Früh bis Abend erhält man das Feuer im Küchenherde nahezu ohne Unterlaß fort — ja, es ist dies im Allgemeinen noch das verhältnißmäßig geringere Uebel: denn, ginge das Feuer zeitweilig aus, dann würde das durch die in jedem Haushalte, namentlich in mit Kindern gesegneten Familien, unvermeidlichen kleinen Verrichtungen bedingte oftmalige Wiederanfachen desselben einen weit größeren Aufwand an Mühe und Brennstoff erheischen.

Wie unvergleichlich anders stellt sich dem entgegen die Sache bei Benützung des Leuchtgases als Wärmequelle!

Das Gaswerk liefert uns dasselbe zu allen Jahreszeiten, zu jedweder Stunde des Tages und der Nacht direct bis an den Ort seiner zweckdienlichen Verwendung, hinein in den Herd oder Ofen, immer zu dem nämlichen unveränderlichen Preise. Wozu noch fernerhin der Keller? Die Koch- und Heizapparate können wo immer hingestellt, wann immer in Betrieb gesetzt und ebenso leicht wieder abge-

t werden: eine einfache Drehung des Gashahnes, das zünden eines Zündhölzchens, und der Betrieb erfolgt ganz nittelbar sofort. Noch mehr: ist eine gewaltige Wärme-nge erforderlich, das Gas liefert sie; ist dagegen eine ßigere Wärme erwünscht, so hat man nur entweder den upthahn theilweise abzudrehen, oder aber einzelne Theile Anlage durch das Schließen der betreffenden Nebenhähne nzlich einzustellen. Ebenso wie der Locomotivführer mittelst er einfachen Handbewegung dem an die Locomotive ange-ngten Zuge eine enorme Geschwindigkeit ertheilen, diese nn mäßigen, endlich selbst völlig einstellen kann — ebenso cht handhabt die Köchin die Wärmeentwickelung in dem t Gas gespeisten Herde oder Ofen ganz nach ihrem Be-ben. Das Verderben von Speisen durch übermäßiges Feuer er lästigen Rauch, das nutzlose und kostspielige Vergeuden n Brennstoff während der Speisenbereitung und in der ien Zwischenzeit ist hier unter allen Umständen vermieden: n braucht das Feuer nur so lange zu erhalten, als es n unbedingt nöthig ist, denn das Wiederanzünden des-ben kann in jedem Augenblicke sofort bewirkt werden. Es rde gewiß sehr unvernünftig sein, wollte man die Wasser-ung tagsüber in Thätigkeit erhalten — genügt ja doch s Oeffnen des Hahnes, um derselben von Fall zu Fall die eilig gewünschte Wassermenge zu entnehmen. Ist es aber hl vernünftiger etwa, fast den ganzen Tag das Feuer im chenherde zu erhalten, wie dies bei Verwendung von Holz d Kohlen schlechterdings nicht anders gut thunlich, sobald Möglichkeit vorliegt, eine Gasanlage bei der Hand zu ben, die, ebenso einfach und sicher, wie eine Wasserleitung andhabt, uns jederzeit nicht mehr und nicht weniger, als ade die *verlangte Wärme* liefert?

Hieraus folgt denn wohl von selbst, daß wir von den festen Brennstoffen eine niemals im Voraus bestimmbare Menge verbrauchen, wogegen die Feststellung des jeweilig erforderlichen Aufwandes an Leuchtgas ganz und gar in unserer Hand liegt.

Dieser wichtige Umstand tritt nur um so überzeugender zu Tage, wenn man die bezüglichen Kosten der Kohlenfeuerung und jene der Gasfeuerung mit einander vergleicht.

Einen solchen Vergleich könnten wir zwar zunächst in theoretischer Beziehung in der Weise anstellen, daß wir den Brennwerth, also gewissermaßen die absolute Leistungsfähigkeit der beiden in Frage kommenden Materialien ermitteln. Als Maßstab bei dieser Ermittelung würde uns jene Wärmemenge dienen, welche erforderlich ist, um die Temperatur eines Liters Wasser einmal durch Verbrennung von Holz oder Kohle, ein andermal wieder durch Verbrennung von Leuchtgas um einen Grad Celsius zu erhöhen: eine je größere Anzahl solcher Wärmemengen, Calorien genannt, das fragliche Material bei Aufwand einer und der nämlichen Gewichtsmenge liefern würde, eine um so größere Eignung müßte dasselbe offenbar auch besitzen, als Brennstoff verwendet zu werden.

Zu weit zweckdienlicheren Ergebnissen werden wir aber dadurch gelangen, indem wir hierbei den Weg der täglichen Praxis einschlagen. Auf diesem Wege wollen wir uns denn Klarheit darüber verschaffen, welches von den fraglichen Materialien mit Rücksicht auf eine bestimmte Arbeitsleistung billiger zu stehen kommt. Die Frage also, welche wir zu beantworten uns vornehmen, lautet einfach dahin, ob zur Durchführung aller jener Verrichtungen, die sich in einer gewöhnlich vorkommenden Haushaltung innerhalb einer be-

stimmten Zeitdauer ergeben — etwa im Verlaufe eines Tages – als nothwendig erweisen, das Gas oder die sonst üblichen festen Brennstoffe größeren ökonomischen Vortheil gewähren.

Um diese Frage den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend beantworten zu können, mußte der Verfasser durch geraume Zeit hindurch gewissermaßen die leitende Rolle am Herde übernehmen: in seiner Gegenwart wurde nämlich der tägliche Speisenzettel vereinbart, wurden die betreffenden Lebensmittel im rohem Zustande und als fertige Speisen sorgfältig abgewogen, die gleichfalls gewogenen Brennmaterialien strenge gesondert und wurde diese für einen Laien in der edlen Kochkunst gewiß ebenso interessante als mühevolle Arbeit an einzelnen Tagen mehrerer auf einander gefolgten Wochen mit gleicher Gewissenhaftigkeit fortgesetzt. Das Ergebniß dieser auf der Basis eines für 7 Personen (worunter 3 Kinder im Alter von 3 bis 7 Jahren) angelegten Haushaltes beruhenden praktischen Studie ist in der umstehenden Tabelle, welche die Durchschnittswerthe von aus zahlreichen Beobachtungen gewonnenen Zahlen enthält, übersichtlich zusammengestellt.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich nun, daß, während das Kochen mit Holz und Kohle in einer mittleren bürgerlichen Haushaltung durchschnittlich 50 Kreuzer täglich kostet, sich eben diese Kosten bei Verwendung von Leuchtgas auf rund blos 24 Kreuzer belaufen. Abgesehen von der ungleich größeren Bequemlichkeit und Reinlichkeit in seiner Benützung, bietet uns demnach das Leuchtgas den festen Brennmaterialien gegenüber auch die Möglichkeit, bei der Speisenbereitung allein eine monatliche Ersparniß im Werthe von fl. 7.80 zu erzielen, mithin einen Betrag von reichlich fl. 90 pro Jahr zu ersparen. Rechnet man überdies die bei unserer heutigen

Mahlzeit	Bestandtheile der einzelnen Speisen		Gesammtgewicht	Aufwand an Holz	Aufwand an Kohlen	Aufwand an Gas	Kosten für Holz	Kosten für Kohlen	Kosten für Holz u. Kohlen	Kosten für Gas
		Kgr.	Kgr.	Kgr.	Kgr.	Lit.	Kreuzer	Kreuzer	Kreuzer	Kreuzer
Frühstück	Kaffee	0·025								
	1 Lit. Milch	1·200								
	1 » Wasser	1·000	2·225	0·6	2·1	80	1·6	3·4	5·0	0·8
Mittagmahl	a) Fleisch:									
	Rindfleisch	1·500								
	Knochen	0·200								
	Grünzeug	0·150								
	4·5 Lit. Wasser	4·500	6·350	*	*	640	*	*	*	6·4
	b) Reissuppe:									
	2 Lit. Suppe	1·900								
	Reis	0·250	2·150	*	*	130	*	*	*	1·3
	c) Gemüse:									
	0·5 Lit. Linsen	0·375								
	Schmalz	0·100								
	Mehl	0·050								
	Zwiebel	0·030								
	1·5 Lit. Wasser	1·500	2·055	*	*	210	*	*	*	2·1
	d) Braten:									
	Kalbfleisch	1·500								
	Saft	0·100	1·600	3·2	10·3	820	8·7	16·5	25·2	8·2
Kaffee	Wie beim Frühstück		2·225	0·6	2·1	80	1·6	3·4	5·0	0·8
Abendmahl	a) Cotelettes:									
	6 Schweinscotel.	1·000								
	Schmalz	0·250	1·250	*	*	150	*	*	*	1·5
	b) Gemüse:									
	Sauerkraut	1·000								
	3 Würste	0·250								
	Schmalz	0·100								
	0·75 Lit. Suppe	0·700	2·050	1·9	6·2	270	5·2	9·8	15·0	2·7
	Zusammen:		19·905	6·3	20·7	2380	17·1	33·1	50·2	23·8

* Der Aufwand an Holz und Kohle konnte für die einzelnen Stadien der Speisenbereitung nicht genau ermittelt werden; wir haben uns daher darauf beschränkt, das diesbezügliche Ergebniß für jede Mahlzeit summarisch anzugeben.

Feuerungsart ganz unvermeidlichen periodischen Auslagen (häufige Reparaturen des Herdes, regelmäßiges Ausfegen des Rauchfangs u. s. w.) hinzu, so wird man zu der Schlußfolgerung gelangen, daß wir gegenwärtig für die Küche allein weit über einhundert Gulden jährlich in völlig unnützer Weise ausgeben, welcher Betrag sich bei Einführung des Leuchtgases als Wärmequelle sicher ersparen ließe.

XVIII.

Einrichtung des Heizbrenners.

Wir haben gesehen, daß es bei der Erzeugung einer leuchtenden Flamme in der Hauptsache darauf ankommt, die bei der Verbrennung des Leuchtgases sich entwickelnde Wärme in möglichst ausschließlicher Weise dazu zu verwenden, um die sich daraus ausscheidenden Kohlenstofftheilchen zum Glühen zu bringen und sie in diesem Zustande innerhalb des Flammenkernes möglichst lange schwebend zu erhalten. Bei der Erzeugung einer heizenden Flamme hingegen muß es uns, da wir hierbei im Allgemeinen (ausgenommen vornehmlich den Fall, wobei es sich, wie bei der Einrichtung gewisser Gasöfen, wovon später die Rede sein wird, um die gleichzeitige Ausnützung der Wärme- und der Lichtwirkung des Leuchtgases handelt) auf die leuchtende Wirkung der Flamme naturgemäß verzichten, vornehmlich darum zu thun sein, den besagten Flammenkern möglichst aufzuheben, weil ja die sonst

in demselben verbrauchte Wärmemenge für unseren neuen Zweck verloren ginge. Es folgt hieraus: **Das Leuchtgas, welches wir als Wärmequelle möglichst vortheilhaft ausnützen wollen, muß in einer entleuchteten Flamme zur thunlichst vollkommenen Verbrennung gelangen.**

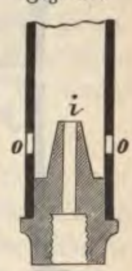
Zu dem Ende haben wir nunmehr also dahin Sorge zu tragen, daß die in dem zu verbrennenden Leuchtgase enthaltenen Kohlenstofftheilchen, bevor sie noch zur Verbrennung gelangen, sich auf dem kürzesten Wege und möglichst innig mit dem Sauerstoffe der Luft vermischen, was offenbar am vollkommensten dadurch erreicht wird, indem wir den Gang des Verbrennungsprocesses gewissermaßen umkehren, d. h. den Sauerstoff der Luft dem Brennstoffe noch vor seiner Verbrennung zuführen. Wie groß nun das bezügliche Verhältniß zwischen den beiden Gasarten sein soll, kann von vornherein und im Allgemeinen schlechterdings nicht angegeben werden, indem ja eben dieses Verhältniß, wie leicht begreiflich, in erster Linie von der jeweiligen Zusammensetzung des Leuchtgases selbst abhängig ist. Mit Rücksicht auf die Qualität des gerade bei uns zur Verwendung kommenden Gases kann jenes Verhältniß im Mittel dahin definirt werden, daß die Erreichung des beabsichtigten Zweckes dann am sichersten gewährleistet erscheint, wenn hierbei auf je 100 Liter Gas etwa 780 Liter Luft entfallen: von dieser Luftmenge werden 220 Liter zur Entleuchtung der Flamme und die restlichen 560 Liter zur vollständigen Verbrennung des Gases verwendet.

Es kann nun selbstverständlich dem Gasconsumenten nicht zugemuthet werden, daß er im Momente der Verwendung *der betreffenden* Apparate sich jedesmal wieder das besagte

schungsverhältniß erst bilden solle, sondern müssen diese
parate an und für sich derart beschaffen sein, daß sie sich
e Schwierigkeit den jeweilig gegebenen Bedingungen an-
sen lassen.

Ein solcher Apparat wurde denn schon von Bunsen
struirt. Derselbe (Fig. 48) bestand im Wesentlichen aus
r einfachen, beiderseits offenen, an ihrem unteren Theile
einer Anzahl von Oeffnungen O versehenen Metallröhre,
rin ein metallener Injector i dicht eingeführt wurde, der,
h oben hin konisch verlaufend, sich an dem mit innerem
winde versehenen unteren Ende auf die be-
ffende Gasleitung aufschrauben ließ. Das Gas
angt durch den besagten Injector in die
hre, mischt sich hier mit der durch die seit-
en Oeffnungen derselben einströmenden Luft
d verbrennt, ohne Ruß abzusetzen, am oberen
hrenende mit entleuchteter, also heizender
amme.

Fig. 48.



Dieser Brenner leidet jedoch, mit specieller
ckficht auf seine Verwendung im Haushalte,
zwei Uebelständen, nämlich:

1. daran, daß in dem Falle, als die in dem darüber
tellten Gefäße zum Sieden gebrachte Flüssigkeit plötzlich
rströmt, dieselbe fast unmittelbar die Flamme selbst trifft
d diese verlöscht, oder doch zum mindesten die Flammen-
nungen leicht verstopft;

2. daran, daß derselbe nur für eine und die nämliche
squalität bestimmt ist, mithin nur unter der Voraussetzung
e wirklich zweckdienliche Verwendung gestattet, wenn die
zelnen hierbei in Betracht kommenden Factoren (als ins-
ondere: Durchmesser des Brennerrohres, Länge desselben,

Würden nun die Qualität und der Druck des Gases in allen Fällen als unveränderlich gelten können, so brauchten wir an dem im Vorstehenden beschriebenen Brenner, der behufs einfacherer und compendiöserer Verbindung mit dem zu heizenden Objecte selbstverständlich auch liegend angeordnet werden kann, nichts mehr zu ändern. Nun sind aber, wie bereits dargelegt, die beiden genannten Factoren keineswegs constant; im Hinblicke darauf ist denn auch das besagte Verschlußstück mit dem Brennerrohre nicht fest verbunden, sondern kann dasselbe darin mehr oder minder tief eingeschraubt und dadurch die Weite der Flammenöffnungen nach Erforderniß regulirt werden. Insoferne nun diese Regulirung durch die Rücksichtnahme auf die jeweilige Qualität des Leuchtgases bedingt wird, braucht sie offenbar nur einmal, bei der Aufstellung des Apparates nämlich, vorgenommen zu werden, denn das von einem und demselben Werke gelieferte Gas kann sich in Folge seiner annähernd gleichbleibenden Erzeugungsweise innerhalb gewisser Grenzen nicht ändern. Nicht so mit Rücksicht auf die Schwankungen des Gasdruckes: diese üben zwar, wie durch Versuche festgestellt, auf die Wirkungsweise des besagten Brenners keinerlei merklichen Einfluß aus, insolange man es hierbei mit jenen Schwankungen zu thun hat, welche an dieser oder jener Verwendungsstelle innerhalb bestimmter Zeitabschnitte in regelmäßig wiederkehrenden Folgen zu gewärtigen sind; wurde dagegen die Adjustirung des Brenners, beispielsweise, unter verhältnißmäßig hohem Drucke vorgenommen und findet hierauf an der betreffenden Verwendungsstelle desselben eine wesentliche Druckabnahme statt, so kann dies unter Umständen das sofortige Zurückschlagen und Erlöschen der Flamme zur Folge haben. Es ergiebt sich hieraus, daß die Adiustirung des Brenners keineswegs von

dem Fabrikanten selbst vorgenommen werden darf, sondern erst an Ort und Stelle, und zwar unter dem daselbst zu gewärtigenden niedrigsten Drucke. Bei Befolgung dieser einfachen Vorsicht braucht der Apparat, einmal aufgestellt, nicht mehr angerührt zu werden.

XIX.

Kochapparate mit Gasfeuerung.

Bei der Abfassung des vorliegenden Abschnittes war unser Hauptaugenmerk darauf gerichtet, dem Gas-Installateur einen Maßstab in die Hand zu legen, womit er selbst den relativen Werth der im Handel vorkommenden Gaskochapparate sicher ermessen könnte. Aus diesem Grunde haben wir im Vorstehenden den Haupttheil aller dieser Apparate, den Brenner, ausführlich beschrieben; in eine eben solche Beschreibung der mit diesen Brennern möglichen Combinationen im Hinblicke auf diesen oder jenen Zweck können wir uns dagegen um so weniger einlassen, als dies ganz nothwendig fast ins Unendliche führen, oder doch zum mindesten den Rahmen dieser Schrift weit überschreiten müßte. Wir werden uns vielmehr blos darauf beschränken, diesbezüglich nur einige Erfahrungsdaten anzuführen, welche den Gas-Installateur in den Stand setzen dürften, bei der Einrichtung der betreffenden Anlagen die erforderlichen Dispositionen treffen zu können, wobei wir aus den vorhin dargelegten Gründen lediglich die

Wobbe'schen Apparate (nach dem Preistarif von F. Manosche in Wien) ins Auge fassen.

a) Kocher mit einem Feuer.

Nummer des Apparates	Durchmesser des Kochgestelles in Mm.	Stündlicher Gasverbrauch in Litern	Um einen Liter Wasser von 10 Grad Celsius zum Sieden zu bringen, erforderlich			Preis
			Minuten	Liter Gas	Kreuzer	fl.
9	148	130	13·0	28·1	0·27	2.40
10	192	210	8·2	28·6	0·27	2.95
11	220	340	5·2	29·4	0·28	4.20
39	240	500	3·6	29·7	0·28	5.60
130	320	700	2·6	30·3	0·29	9.75
131	400	1000	1·8	30·5	0·29	12.60

b) Kocher mit mehreren Feuern.

Nummer des Apparates	Größe der Kochplatte in Mm.	Stündlicher Gasverbrauch in Litern		Um 1 Lit. Wasser von 10° C. zum Sieden zu bringen, erforderlich					
				beim mittleren Feuer			beim seitlichen Feuer		
		des mittleren Feuers	des seitlichen Feuers	Min.	L. Gas	kr.	Min.	L. Gas	kr.
42	292 × 446	210	130	8·2	28·6	0·27	13·0	28·1	0·27
45	340 × 620	500	500	3·6	29·7	0·28	3·6	29·7	0·28
44	360 × 600	500	130	3·6	29·7	0·28	13·0	28·1	0·27

Der Apparat Nr. 42 kostet fl. 13.15, Nr. 45 fl. 17.95, Nr. 44 fl. 23.60.

c) Koch- und Heizplatten.

Dieselben sind dazu bestimmt, Kochherde in kleineren Haushaltungen zu ersetzen, weshalb sie derart eingerichtet sind, daß

darauf nicht nur gekocht und gebraten, sondern auch zugleich Kaffee geröstet, oder Plätteisen erwärmt werden können. Zu dem Ende befindet sich auf dieser Platte: ein kleines Kochfeuer (130 Liter), ein mittleres Kochfeuer (210 Liter), ein großes Kochfeuer (500 Liter), eine Brat- und Backröhre (700 Liter) und eine besondere Feuerung (220 Liter) zum Rösten von Kaffee oder zum Erwärmen von Plätteisen. Preis fl. 19.50.

d) Complete Kochherde.

Dieselben werden, den zumeist vorkommenden praktischen Anforderungen entsprechend, insbesondere in nachstehenden Größen hergestellt:

Nr. 215 enthält ein kleines Kochfeuer (130 Liter), ein mittleres Kochfeuer (210 Liter), ein großes Kochfeuer (500 Liter), ferner eine Brat- und Backröhre, endlich noch ein langes Feuer für den Kafferöster und den Plätteisenwärmer. Preis fl. 88.

Nr. 206 enthält vier Kochfeuer (210, 340 und je zwei mit 500 Liter); auf der Kochplatte befinden sich ferner ein Aufsatz mit zwei Brat- und Backröhren, sowie eine kupferne Wasserwanne, welche sämmtlich durch ein Feuer erwärmt werden. Preis fl. 210.

Nr. 201 enthält drei Kochfeuer (eines mit 500 und die übrigen zwei mit je 210 Liter); darunter befinden sich zwei Bratröhren, welche zusammen mit einem Brenner erwärmt werden. Preis fl. 130.

Nr. 202 ist dem vorigen Herde in Beziehung auf den Gasbedarf gleich; er unterscheidet sich aber von ihm in der Einrichtung dadurch, daß in dem unteren Theile eine Wasser-

wanne und eine Bratröhre eingebaut sind, welche beide mittelst eines einzigen Feuers geheizt werden. Preis fl. 148.

Nr. 200 besitzt vier Kochfeuer (je zwei mit 210 und 500 Liter); in dem unteren Raume des Herdes befinden sich zwei Bratröhren, welche, durch einen einzigen Brenner geheizt, derart disponirt sind, daß, während die untere Röhre, welche ganz geschlossen ist, von allen Seiten gleichmäßig von der Hitze umspült wird, die abziehende Wärme von da aus direct in die obere offene Röhre gelangt und von hier aus seitlich an einer Wasserwanne vorbei in das Abzugsrohr gelangt, so daß das Wasser indirect erwärmt wird. Preis fl. 180.

Nr. 205 ist vorzüglich für größere Küchen (Restaurationen) geeignet. Er enthält acht runde Kochfeuer verschiedenster Größen, ferner einerseits ein langes Koch- und Bratfeuer, andererseits aber eine Oeffnung mit großem Gasfeuer für einen Fleisch- oder Wasserkessel. In der Mitte der Einrichtung sind sechs Brat- und Backröhren aufgebaut, unterhalb welchen ein großer Wärmeschrank untergebracht ist, zum Anwärmen und Warmhalten von Speisen und Tellern bestimmt. Preis fl. 600.

Durch die große Mannigfaltigkeit der vorstehend in allgemeinen Umrissen skizzirten Einrichtungen erscheint denn wohl allen im praktischen Leben vorkommenden Bedürfnissen volle Rechnung getragen. Die zweckdienliche Wirkungsweise eben dieser Einrichtungen ist aber, unserer Ansicht nach, von zwei gleich wichtigen Factoren abhängig, nämlich:

1. Von der Mitwirkung der Hausfrau bei der Wahl der jeweilig erforderlichen Apparate;

2. von der fachkundigen Aufstellung dieser letzteren durch einen geübten Installateur.

In ersterer Beziehung mag zwar das Vertrauen auf die Solidität des Fabrikanten, bei dem die Hausfrau die fraglichen Objecte zu bestellen gedenkt, ein durchaus gerechtfertigtes sein; diese blinde Annahme schließt indeß vorweg die Möglichkeit niemals aus, daß nachträglich doch manche Enttäuschung sich einstellen kann. Denn der Fabrikant ist eben kein Koch, sondern vor Allem Geschäftsmann, und als solcher muß er ganz selbstverständlich bemüht sein, diejenigen Fabrikate abzusetzen, welche er gerade am Lager hat, ohne — selbst den besten Willen vorausgesetzt — lange prüfen zu können, ob dieses Vorräthige thatsächlich auch den gestellten Anforderungen zu genügen vermag oder nicht. Die im Dienste der Hausfrau stehende Köchin ihrerseits ist nach dieser Richtung weder geschäftskundig, noch im Allgemeinen sparsam: sie kauft, wo und was und so gut sie es findet; sie handhabt damit, wann und wie sie es immer als nöthig erachtet, vollkommen befriedigt, wenn nur die von ihr bereitete Speise sie als eine tüchtige Köchin erscheinen läßt. Daß sie nun im vorliegenden Falle damit allein noch lange nicht das Richtige zu treffen im Stande sein wird, ist gewiß nur zu leicht begreiflich: handelt es sich doch um eine Neuerung, von der sie zumeist noch keine Ahnung hat, wobei ihr also ganz unschwer alles Undenkbare als denkbar und bestens begreiflich hingestellt werden kann, wobei also nur die verständige Hausfrau allein in der Lage ist, eine zweckdienliche Wahl treffen zu können.

Ebenso verhält es sich mit der Aufgabe, welche dem Gas-Installateur bei der Aufstellung der besagten Apparate obliegt. Ganz abgesehen von der richtigen Gruppirung der einzelnen Brenner und von der wechselseitigen Abhängigkeit der einzelnen Apparate unter einander innerhalb des Zeit-

raumes, der zur gleichzeitigen Bereitung von verschiedenen Speisen erforderlich ist, kann schon die Höhenlage eben dieser Apparate, beziehungsweise der Abstand zwischen dem Kochgefäße und dem dazu gehörigen Brenner offenbar keine beliebige sein, mithin von der Dienerschaft in der mit Rücksicht auf eine günstige Wärmeentwickelung geforderten Weise, wenn überhaupt, doch nur zufällig getroffen werden. Daß aber selbst bei verhältnißmäßig geringen Höhendifferenzen dieser Einfluß auf den jeweiligen Heizeffect ein bedeutender ist, dürfte am deutlichsten aus nachfolgenden Zahlenwerthen erhellen, welche A. Buhe, Ingenieur der Continental-Gasgesellschaft in Dessau, diesbezüglich ermittelt hat. Es entwickelte nämlich unter sonst gleichen Umständen ein und derselbe Brenner bei einer Höhe von:

50,	40,	30,	20,	10,	5 Mm.
2370,	2580,	2763,	2979,	2654,	2530 Calorien.

Noch mehr. Es wurde bereits hervorgehoben, daß einer der Hauptvorzüge der Gasfeuerung gegenüber derjenigen mit festen Brennmaterialien darin besteht, daß bei der ersteren die Möglichkeit vorliegt, die Wärmemenge je nach Bedarf zu reguliren. Dieser Vortheil nun wird gewiß in den meisten Fällen von vornherein völlig vereitelt, wenn es der Köchin überlassen bleibt, mit den Apparaten nach freier Wahl zu verfahren, denn — an die bisher übliche Heizungsart gewohnt — wird sie wohl in den seltensten Fällen an ein theilweises Abstellen der betreffenden Brenner denken, vielmehr zu dem ihr weit geläufigeren Auskunftsmittel greifen, die Kochgefäße dem Bereich der directen Flammenwirkung zeitweilig zu entziehen, oder gar die Herdthür offen zu halten, in beiden Fällen aber sämmtliche Brenner ruhig im früheren Betriebe zu lassen. Hat aber der Installateur selbst ermittelt

hierauf der Hausfrau gezeigt, unter welchen Bedingungen betreffenden Einrichtungen in der günstigsten Weise ctioniren, wann und wie dieselben nach einander theilweise ;er Wirksamkeit gesetzt werden können, welche Gasmengen den einzelnen Stadien der Arbeit durchschnittlich unbedingt orderlich sind, dann hat sie auch einen Maßstab gewonnen, lcher es ihr ermöglicht, jederzeit eine nützliche Controle szuüben und einer etwaigen Gasverschwendung in wirk- ner Weise vorzubeugen.

XX.

Zimmeröfen mit Gasfeuerung.

Wirft man uns die Frage auf, ob es wohl richtiger i, unsere Wohnräume mit Gas oder aber mit festen rennstoffen zu heizen, so können wir darauf nur in der Beise antworten, indem wir die weitere Frage stellen: Welche ahren, bleibenden Vortheile bietet die betreffende Heizungsart id wie kommen eben diese Vortheile in Beziehung auf unsere esundheit, auf den Comfort und bei der Bemessung der be- glichen Kosten zur Geltung?

Was nun zunächst die gesundheitlichen Verhältnisse trifft, so ist es nur zu sehr bekannt, daß sich dieselben leider imentlich in den stark bevölkerten Theilen aller größeren tädte von Jahr zu Jahr in leicht wahrnehmbarer Weise rschlechtern. Wir wissen zwar wohl, daß hierbei eine Reihe n Factoren mitwirken, welche in keinerlei Beziehung zur

Heizungsfrage stehen; es kann indeß schlechterdings die Thatsache nicht in Abrede gestellt werden, daß die Ursachen vieler Krankheiten, welche uns immer häufiger heimsuchen, in den dichten Rauchwolken zu suchen sind, mitten unter denen wir leben, oder doch mindestens durch eben diese continuirliche Rauchbildung mächtig gefördert werden.

Dieser letzteren, einer wahren Plage des modernen Städtelebens, durch gesetzliche Mittel steuern zu wollen, ist ohneweiters vergebliche Mühe. So hat man seit geraumer Zeit gerade in jener Stadt, welche unstreitig am meisten darunter leidet, in London nämlich, in jedem Bezirke je einen Constabler mit der besonderen Aufgabe betraut, die fraglichen Rauchverhältnisse zu überwachen: seine Pflicht ist es also, von irgend einer Rauchmasse, die er wahrnimmt, sofort Anzeige zu machen und sich zu vergewissern, woher dieselbe herrührt. Bei Wiederholung werden den Zuwiderhandelnden hierauf nach einander zwei behördliche Aufforderungen zugestellt und, falls die besagte Belästigung noch immer nicht abnimmt, hat sich ein städtischer Ingenieur an Ort und Stelle zu begeben, um sich von dem Zustande der betreffenden Feuerungsanlage persönlich zu überzeugen. Der nächste Schritt der Stadtbehörde besteht sodann darin, den Eigenthümer der beanständeten Feuerung vorzuladen und eventuell eine Geldstrafe über ihn zu verhängen, welch' letztere im Falle der Nichtbefolgung sich rasch steigert. Ist aber nunmehr das Uebel beseitigt? Die Antwort hierauf ergiebt sich von selbst, wenn man bedenkt, daß das Stadtgebiet Londons etwa 598.000 Privatwohnhäuser zählt; nimmt man nun in jedem dieser Häuser durchschnittlich nur sechs Feuerungen an, so berechnet sich mit rund 3·5 Millionen die Anzahl der Stellen, denen jene riesige Rauchmenge entstammt, worunter die dortige Be-

völkerung zu leiden hat — und den Ursachen dieser Leiden sollen einige Constabler Einhalt thun!

Neben diesen direct gesundheitsschädlichen Wirkungen hat die Verwendung der festen Brennstoffe zum Zwecke der Zimmerheizung bekanntlich noch eine große Reihe von lästigen und kostspieligen Erscheinungen zur Folge. Braucht es doch — um uns diesbezüglich auf die Anführung einiger Umstände allein zu beschränken — gewiß keines besonderen Nachweises, um zu begreifen, daß der in unseren Wohnräumen sich nach und nach ansammelnde Rauch in hohem Grade mit dazu beiträgt, die Einrichtungen derselben, so insbesondere die Vorhänge und mit Stoff gedeckten Möbelstücke schon binnen eines verhältnißmäßig ganz kurzen Zeitraumes völlig unbrauchbar zu machen. Nicht minder leiden darunter die Kleider, vornehmlich jene von lichter Färbung; ferner das Bettzeug, Gemälde und die plastischen Objecte aller Art. Ja, wozu denn überhaupt diese Aufzählung? Ist es doch jeder Hausfrau längst bekannt, in welch' hohem Grade jahraus jahrein die Kosten der Haushaltung durch die unaufhörlichen Ausbesserungen und Neuanschaffungen am Hausmobiliar stetig sich mehren.

Wir weisen auf diese Thatsache ganz insbesondere deshalb hin, weil man hierauf bei der Vergleichung der Kosten, welche uns einmal bei Verwendung von festen Brennstoffen, ein andermal wieder bei jener von Leuchtgas erwachsen, nicht selten völlig zu vergessen scheint. Eine solche Vergleichung aber darf, um eine richtige zu sein, offenbar keineswegs auf den Kosten basiren, welche die Anschaffung des Brennmaterials allein erfordert; sie muß sich vielmehr ganz nothwendig auch auf alle jene Folgen erstrecken, welche damit in einem logischen Zusammenhange stehen, weil diese — wie eben in den vorhin

angeführten Fällen — zumeist nicht minder theuer als jene zu stehen kommen.

Bedenkt man nun, daß das Leuchtgas bei rationeller Handhabung zweckdienlich construirter Apparate und richtig gelegter Leitungen absolut keinerlei belästigende oder schädliche Verbrennungsproducte in die betreffenden Wohnräume gelangen lassen kann; erwägt man ferner, daß die sichere und bequeme Regulirung dieser Wärmequelle jede Verschwendung an Brennstoff von vornherein völlig ausschließt; zieht man endlich noch den Umstand in Betracht, daß man es hierbei ganz und gar in seiner Hand hat, durch eine entsprechende Anordnung die zu erzeugende Wärmemenge in jenes richtige Verhältniß zu der jeweilig gegebenen Raumgröße zu bringen, wodurch die Atmosphäre eben dieses Raumes auch hinsichtlich ihres Feuchtigkeitszustandes allen hygienischen Anforderungen zu genügen vermag — so muß man es im Interesse des Einzelnen sowohl, wie in jenem der Allgemeinheit bedauern, daß bei uns insbesondere die Verwendung des Leuchtgases für die hier in Rede stehenden Zwecke noch so überaus geringe Erfolge aufzuweisen hat.

Daß daran, zum großen Theil wenigstens, die nachgerade zweckwidrigen Oefen selbst schuld sind, welche, von unkundigen Geschäftsleuten in den Handel gebracht, nicht anders denn abschreckend wirken mußten, kann vorweg nicht geleugnet werden. In jüngster Zeit aber wurden auf diesem Gebiete der Technik zahlreiche, durchwegs sinnreiche und praktische Vorrichtungen geschaffen, welche die nahezu vollständige Ausnützung der Heizkraft des Leuchtgases ermöglichen.

So hat — um dies durch ein Zahlenbeispiel zu illustriren — der bereits genannte Ingenieur Wobbe es dahin gebracht, mittelst eines von ihm construirten Heizapparates

durch Verbrennung von 1 Kbm. Leuchtgas 441 Gramm Wasser zu verdampfen. Hierbei strömten die Heizgase mit einer Temperatur von 26° C. in den Schornstein, während das betreffende Zimmer auf 18° C. erwärmt wurde, so daß die Temperatur-Differenz 8° C. betrug. Angenommen aber, diese Differenz betrage 20°, so stellt sich die bezügliche Rechnung innerhalb der hierbei einzuhaltenden praktischen Grenzen wie folgt:

Ein Kubikmeter Steinkohlengas giebt, bei genügender Luftzufuhr verbrannt:

1·302 Kbm. Wasserdampf,
0·558 » Kohlensäure,
4·656 » Stickstoff.

Es wiegt aber ein Kbm. Kohlensäure 1·949 Kgr. und 1 Kbm. Stickstoff 1·261 Kgr.; die specifische Wärme jener ist 0·2164, dieses 0·244. Bei der obigen Temperaturdifferenz gehen sonach mit der entweichenden

Kohlensäure: $0 \cdot 558 \times 1 \cdot 949 \times 0 \cdot 2164 \times 20 = 4 \cdot 7$
und im Stickstoff: $4 \cdot 656 \times 1 \cdot 261 \times 0 \cdot 244 \times 20 = 28 \cdot 6$

mithin in diesen beiden Gasen zusammen . . . 33·3

Calorien durch den Schornstein verloren.

Da nun nach Dr. Wolpert 1 Kgr. Steinkohlengas 10113 Calorien entwickelt, 1 Kbm. desselben aber 549 Gramm wiegt, so liefert dieses letztere Gasvolumen 5552 Calorien.

Es gingen demnach bei dem hier betrachteten Versuche $\frac{33 \cdot 3 \times 100}{5552} = 0 \cdot 6$ Prozent der erzeugten Wärme verloren, so daß der betreffende Apparat mit einem effectiven Nutzeffecte von 99·4 Procent arbeitete.

Eine analoge Berechnung sollte der gewissenhafte Gas-Installateur jedesmal anstellen, wo ihm eine Heizvorrichtung angeboten wird, deren ökonomische Leistungsfähigkeit ihm noch nicht bekannt ist.

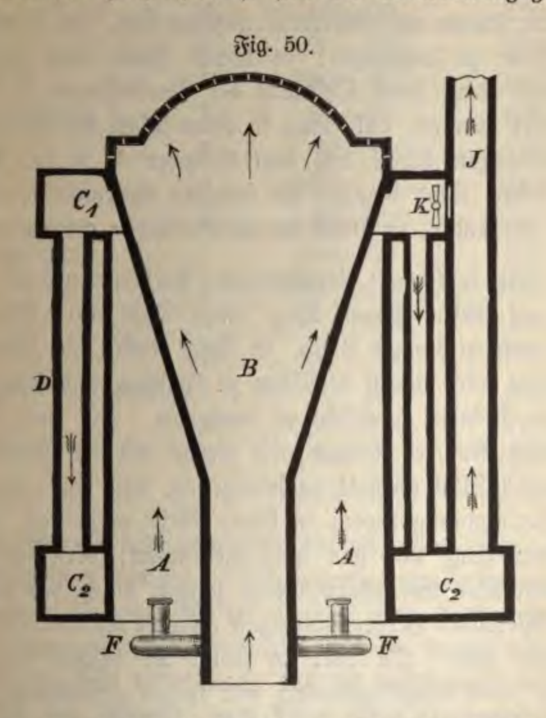
In hygienischer Beziehung hinwieder hat aber eben jene Vorrichtung dem unbedingt festzuhaltenden Grundsatze zu entsprechen, daß die betreffenden Verbrennungsproducte unter allen Umständen aus dem zu heizenden Wohnraume entfernt werden müssen, da im Hinblicke auf unsere vorangegangenen Darlegungen jede gegentheilige Anordnung principiell als eine durchaus verwerfliche betrachtet werden muß.

Inwieferne nun dieser letzteren Forderung in jedem besonderen Falle thatsächlich genügt wird oder nicht, kann der Gas-Installateur selbst ohne Schwierigkeit ermessen, sobald ihm das Princip, worauf derartige Constructionen nach dieser Richtung hin basiren müssen, bekannt sein wird. Zu dem Ende lassen wir denn eine kurze Beschreibung des Ofens hier folgen, welchen Dr. Fr. T. Bond, Präsident der School of Science zu Gloucester, zur Veranschaulichung des in Rede stehenden Grundsatzes zuerst construirt hat.

Dieser Ofen (Fig. 50) besteht im Wesentlichen aus einem Cylinder A von dünnem Eisenblech, in welchem ein beiderseits offener metallener Konus B angebracht ist, dessen oberer breiter Rand von dem Heizraume A luftdicht getrennt ist. Rund um diesen letzteren ist eine gewisse Anzahl von Röhren D säulenförmig angeordnet, deren beide Kopfenden in je eine gemeinschaftliche ringförmige Kammer C münden, welche beide Kammern mit dem Abzugscanal J communiciren, der direct ins Freie oder, besser, in einen unbenützten Schornstein führt. Wird nun der Brenner F angezündet, so steigen die erhitzte Luft und die Verbrennungsproducte in dem Cylinder A nach

wärts und gelangen solcherart in die obere Kammer C_1, n welcher aus dieselben, wenn die Drosselklappe K offen direct in den Abzugscanal J entweichen; ist dagegen die agte Klappe geschlossen, so sind die Verbrennungsgase ge-

Fig. 50.



ungen, durch die Rohre D nach abwärts in die untere mmer C_2 zu strömen, um von da erst in den Schornstein gelangen. Die Bestimmung des mit der Klappe K ver- enen Canals J liegt also darin, den Ofen in den Stand setzen, unter allen Verhältnissen in der gewünschten Weise functioniren. Da nämlich, wo der äußere Widerstand gegen

den Abzug der Verbrennungsgase zeitweise wesentlich vergrößert wird (etwa durch Winddruck, oder, im Momente des ersten Anzündens, durch das Gewicht der im Abzugscanale noch enthaltenen kalten Luft), würde der aus dem Ofen abziehende Strom möglicherweise unfähig sein, sich seinen Weg ins Freie zu erzwingen: in diesem Falle muß also seine treibende Kraft durch Oeffnung der Drosselklappe K dadurch vermehrt werden, daß man so einen Theil der heißen Verbrennungsgase direct aus dem Cylinder A in den Schornstein leitet. Sind dagegen die besagten Gegenwirkungen nicht mehr vorhanden, so bleibt die Drosselklappe geschlossen.

Die solcherart circulirenden Verbrennungsgase geben nun auf diesem ihrem Wege einen Theil ihrer Wärme an den mittleren Konus B ab, in Folge dessen die Zimmerluft genöthigt wird, durch denselben zu streichen und sich an den inneren Wänden desselben zu erwärmen. Die Luft des zu heizenden Raumes kommt also hierbei mit der Flamme des Brenners selbst niemals in Berührung, wird daher auch durch den Verbrennungsproceß in keiner Weise verdorben, weil sie ja daran ganz und gar nicht theilnimmt; derselben kommt vielmehr blos jene Wärmemenge zugute, welche von den durch die abziehenden Verbrennungsgase erhitzten Konuswänden ausgestrahlt wird. Da aber in Folge der raschen Circulation binnen eines verhältnißmäßig sehr kurzen Zeitraumes die gesammte Zimmerluft durch den Konus hindurchgeleitet wird, so findet auf diese Weise eine rasche, mithin auch billige Erwärmung des betreffenden Wohnraumes statt.

Ueber die Verwendbarkeit einiger hierauf basirter Oefen aus der jüngsten Zeit mögen die nachstehenden Daten ungefähre Anhaltspunkte bieten:

System:	Größen-Nr.	Geeignet für einen Heizraum von Kbm.	Beiläufiger stündl. Gasverbrauch Liter
Fr. Siemens	1	40—60	380
	2	60—80	520
	3	120—150	1000
	4	300—400	2000
J. Wybauw	1	60—70	500
	2	90—110	700
	3	130—150	1000
	4	180—220	1300
R. Kutscher	1	50—60	700
	2	130—150	1000
	3	180—280	1300
	4	400—700	2000
Schäffer & Walcker	1	40—60	370
	2	90—110	700
	3	130—150	1200
	4	400—700	2000

Entsprechen nun aber auch die nach dem obigen Principe hergestellten Gasöfen im Allgemeinen jenen Anforderungen, welche vom Standpunkte der Technik und demjenigen der Praxis daran billig gestellt werden können, so leiden sie doch immerhin an dem Uebelstande, daß sich dieselben als durchaus neue, für sich stehende, nach keiner Seite hin irgend welche nachträgliche Aenderung zulassende Objecte präsentiren. Und da drängt sich nun ganz unabweislich die schwerwiegende Frage auf, was soll mit den heute in Verwendung stehenden, lediglich auf Feuerung mit festen Brennstoffen eingerichteten Oefen geschehen? Hierauf giebt es denn, Alles in Allem füglich nur *eine zweifache* Antwort: entweder den fraglichen

Ofen in die Rumpelkammer werfen — ein Auskunftsmittel, welches indeß wohl nicht leicht anzuwenden sein dürfte, da ja das lästige Object nicht uns Neuerern, sondern dem zumeist überaus conservativ angelegten Hausherrn gehört; oder aber sich mit dem Gedanken vertraut machen, in einem und dem nämlichen Wohnzimmer sich fortan der raumerfüllenden Gegenwart zweier Oefen erfreuen zu müssen — wieder ein Entschluß, den wohl die wenigsten Hausfrauen schon im Hinblicke darauf leicht fassen dürften, als es ihnen in einem solchen Falle denn doch einigermaßen schwer fallen würde, ihrem Heim den Anschein einer kleinen Ofenniederlage zu benehmen.

Diese Umstände, welche die Einführung der Gasheizung dermalen gewiß nicht wenig erschweren, reiflichst überlegend, glaubte der Verfasser, der Construction einer neuen Vorrichtung dieser Art insbesondere die nachfolgenden drei Momente zu Grunde legen zu sollen:

1. directe Ausnützung der Heizkraft des gewöhnlichen Leuchtgases bei Ausschluß jedweder Regulirung;

2. vollständige Trennung der Zimmerluft von den Verbrennungsgasen bei möglichst rascher Abführung dieser letzteren ins Freie;

3. leichte Anpassung der neuen Heizmethode an jeden derzeit in Verwendung stehenden Ofen.

Bei der constructiven Durchführung dieser allgemeinen Principien hat sich der Verfasser von den heute zumeist üblichen Heizvorrichtungen insbesondere zwei Haupttypen derselben gegenwärtig gehalten, nämlich:

1. den bei uns gebräuchlichen, sogenannten schwedischen Thonofen und

2. den in Frankreich, Belgien, Holland, England und *zum* Theil auch in Italien verwendeten Kamin.

Der charakteristische Unterschied zwischen diesen beiden Ofentypen liegt bekanntlich nicht so sehr in der Verschiedenheit der betreffenden Formen und Dimensionen, sondern vorwiegend in der verschiedenen Art und Weise, wie in jedem derselben der Proceß der Verbrennung nach außen hin zur Wahrnehmung gelangt. Wie wir nämlich hierzulande bei Verwendung des besagten Thonofens auf die optische Wirkung der Flamme in der Regel durchwegs verzichten, legen die Bewohner der vorgenannten Länder Gewicht darauf, sich an dem Anblicke des offenen Feuers erfreuen zu können. Im ersteren Falle handelt es sich also vorzugsweise um die Hervorbringung einer möglichst intensiven Hitze allein, im letzteren aber — neben dieser — auch um die Erhaltung eines möglichst leuchtenden Feuers. Da nun dort das Leuchtgas alles Geforderte an und für sich zu leisten vermag, wogegen hier noch überdies ein fester Körper zum Glühen gebracht werden muß, wozu sich seines niedrigen Preises, wie auch seiner rauchlosen Verbrennung wegen der Coks zweifelsohne am besten eignet, so ergab sich für die beabsichtigte Umwandlung der bestehenden Heizvorrichtungen in solche mit Gasfeuerung ein zweifacher Weg, nämlich:

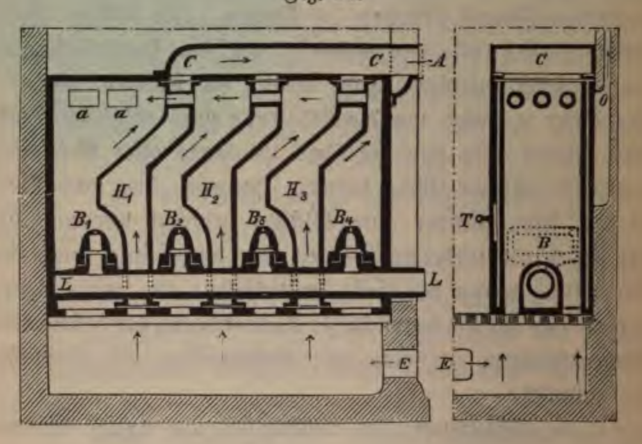
1. die Ausnützung des Leuchtgases als einzige Wärmequelle,
2. die Combinirung der Gas- mit der Coksfeuerung.

a) Vorrichtung mit einfacher Gasfeuerung.

Dieselbe ist in umstehender Zeichnung (Fig. 51) schematisch dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einem kastenförmigen länglichen Gehäuse, welches derart dimensionirt ist, daß es sich (sammt der zugehörigen Leitung, überhaupt voll-

kommen fertig adjustirt) durch die Heizthüre einfach in den betreffenden Ofen einsetzen läßt und letzterer zwei solcher Heizkörper derart aufnehmen kann, daß in dem zwischen denselben in der Mittelachse des Ofens noch verbleibenden Zwischenraume frei manipulirt werden kann. Im Innern eines solchen Heizkörpers, welcher auf den bestehenden Roststäben lose aufruht, folglich auch jederzeit (falls man zur

Fig. 51.



Kohlenheizung zurückkehren wollte) aus dem Ofen wieder herausgenommen werden kann, befinden sich: die Gasleitung L, eine der Größe des Ofens entsprechende Anzahl von länglichen Gasbrennern B und eben solchen Heizkammern H. Jede dieser letzteren sitzt mit ihren U-förmigen Untertheile, der bis zu den Roststäben hinabreicht, auf dem Gasrohre L auf, ist etwa in der halben Höhe gegen den linksseitig befindlichen Brenner hin entsprechend ausgebogen,

zieht von da ab in schräger Richtung aufwärts, wird im oberen Theile von einer Reihe horizontaler röhrenförmiger Quercanäle unterbrochen und mündet in einen allen Heizkammern gemeinsamen breiten Canal C.

Werden also nach Oeffnen der Gasleitung die einzelnen Brenner durch die Schiebethüre T hindurch angezündet, so bestreichen die Flammen die Wände der nächstgelegenen Heizkammern; die Verbrennungsgase ziehen in der Richtung der gefiederten Pfeile durch die besagten Quercanäle der einzelnen Heizkammern gegen die im rückwärtigen Theile der Seitenwände des Heizkörpergehäuses angebrachten Abzugsöffnungen a, von da aus in den Ofencanal O und gelangen durch diesen letzteren ins Freie. Hierbei werden die einzelnen Heizkammern H in Folge ihrer eigenthümlichen Form und der Lage der Brenner von zwei Seiten aus gleichzeitig erhitzt, so daß die darin befindliche Luft nach aufwärts steigt. Die dadurch in diese Heizkammern in der Richtung der ungefiederten Pfeile nachströmende Zimmerluft tritt bei E durch die jetzige Aschenfallthüre in den Ofenraum und durch die Roststäbe hindurch in die Heizkammern, erwärmt sich darin, sammelt sich hierauf in dem oberen Canal C und strömt bei A wieder in das Zimmer zurück, ohne auf diesem ihrem Wege weder mit den Flammen, noch auch mit deren Verbrennungsproducten jemals in directe Berührung zu kommen.

Dadurch nun, daß eine Mischung der bereits verbrauchten mit der bei ihrer continuirlichen Circulation sich mehr und mehr erwärmenden Zimmerluft von vornherein ausgeschlossen erscheint, wird nicht nur der vorhin erwähnten wichtigsten hygienischen Forderung volle Rechnung getragen, sondern es wird überdies die verlangte Wirkungsweise der

ganzen Vorrichtung dahin gesichert, daß innerhalb derselben das Eintreten eines Gegenzuges schlechterdings niemals zu befürchten steht. Denn während die unteren Theile jeder einzelnen Heizkammer von der Flamme des jeweilig linksseitigen Brenners nur seitlich bestrichen werden, werden die oberen Theile derselben von der Flamme des rechtsseitigen Brenners direct getroffen; es findet demnach in dem Obertheile der Heizkammer eine wesentlich intensivere Erhitzung im Vergleiche zu jener in dem betreffenden Untertheile statt, so daß auch die dem entsprechend innerhalb der Heizkammern in ungleichem Grade erwärmten Luftschichten mit bedeutendem Ueberdrucke nach aufwärts gegen die Ausmündung A hin in das Zimmer getrieben werden, von wo aus dieselben dann durch die Aschenfallthüre E neuerdings in den Heizkörper gelangen.

b) Vorrichtung mit gleichzeitiger Gas- und Coksfeuerung.

Die Frage der combinirten Gas- und Coksfeuerung für Zwecke der Zimmerheizung ist gegenwärtig noch bei uns und in Deutschland von ziemlich untergeordneter Bedeutung, von größter Wichtigkeit dagegen in jenen Ländern, wo einestheils der Coks besonders billig zu haben ist, wo anderntheils der Gebrauch des offenen Feuers allgemein eingeführt erscheint. Der constructiven Lösung dieser Frage ist bisher Ch. W. Siemens wohl unstreitig am nächsten gekommen, denn seine diesbezügliche Construction (siehe hierüber: »Bericht über die Smoke abatement Exhibition« von Friedr. Siemens) zeichnet sich durch eine seither noch nicht übertroffene zweck-

liche und höchst einfache Anordnung der einzelnen Theile . Bei näherer Betrachtung derselben machen sich indeß Uebelstände daran unschwer bemerkbar:

1. Die von vornherein gänzlich außer Acht gelassene znützung der in der kupfernen Rückwand (in dem citirten rke mit a bezeichnet) fruchtlos aufgespeicherten, sehr bestenden Wärme;

2. die offen gelassene Möglichkeit der wohl unausblichen Beschädigung und Verstopfung des als Brenner nenden, mit kleinen Oeffnungen versehenen und völlig frei jenden Gasrohres;

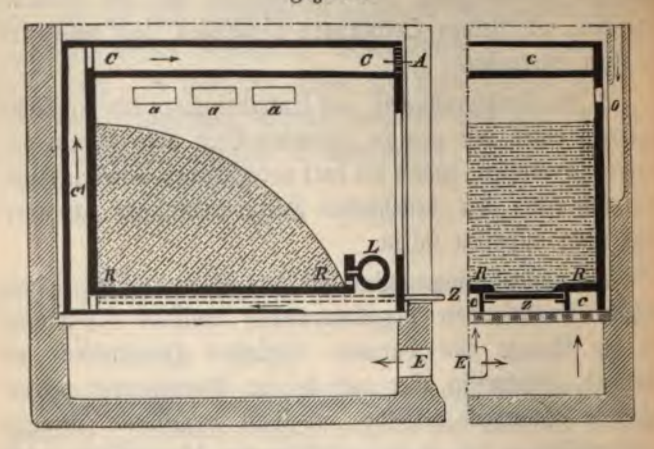
3. die Nothwendigkeit, zur Unterbringung der fraglichen uerung einen erst neu zu bauenden Ofen oder Kamin vernden zu müssen, indem die dort vorgesehenen Constructionsile sich einer der bestehenden Heizvorrichtungen schlechtergs nicht anpassen lassen.

Die offenkundigen Vorzüge der Siemens'schen Heizthode (insbesondere die Anwendung massiver Rostplatten d die Anlage von darunter liegenden Heizcanälen) beihaltend, gleichzeitig aber auch die im Vorstehenden gekennhneten Nachtheile derselben möglichst vermeidend, gelangte Verfasser zu der in der nachfolgenden schematischen Zeichng (Fig. 52) dargestellten Construction.

Auch in dieses kastenförmige Gehäuse, dessen Vorderwand och eine thürförmige, große Oeffnung enthält, tritt die ft, genau wie bei dem zuvor beschriebenen Heizkörper, durch jetzige Aschenfallthüre bei E ein und gelangt zwischen den ostståben hindurch einestheils zur Gasleitung L und der f einer massiven eisernen Rostplatte R ruhenden Coksschichte, derntheils *durch die unter*halb der besagten Rostplatte und

ebenso hinter der kupfernen Rückwand der Feuerung angebrachten Canäle c und c' in den oberen weiten Canal C, von welchem aus dieselbe in den Zimmerraum bei A wieder zurückströmt. Auf diesem ihrem Wege empfängt sie die von den beiden Feuerungsplatten ausstrahlende Wärme derart, daß in Folge der ungleichen Erhitzung dieser letzteren durch die glühende Coksschichte eine Luftströmung in entgegengesetzter

Fig. 52.



Richtung niemals zu befürchten steht. Ebenso erscheint eine Beschädigung der mit der Gasleitung T-stückförmig verbundenen, mit enger Schlitzöffnung versehenen Brenner, wie aus der Zeichnung ersichtlich, ganz ausgeschlossen. Während nun die erwärmte Zimmerluft in der beschriebenen Weise von der Aschenfallthüre E aus in der Richtung des ungefiederten Pfeiles durch die besagten Heizcanäle hindurch beständig circulirt, entweichen die Verbrennungsproducte in der Richtung

gefiederten Pfeiles durch die Abzugsöffnungen a in den
ıcanal O und durch diesen ins Freie, so daß auch bei
:r Anordnung eine Mischung beider niemals eintreten
ı. Soll dann der Ofen gelegentlich gereinigt werden, so
t man den unterhalb der Rostplatte R auf Führungen
tenden Zwischenboden Z heraus, bis die in der Rostplatte
) dem Zwischenboden zu diesem Zwecke in verschiedener
ːfe vorgesehene Oeffnung frei wird und das zu entfernende
aterial (Coks oder Asche) durch die Roststäbe hindurch in
n Aschenfall hinabfällt.

Fünfter Abschnitt.

Das Gas als Kraftquelle.

XXI.

Verbrennung und Explosion.

Damit das Leuchtgas eine Flamme von mö
tensiver Leuchtkraft liefern könne, ist es — wie
stehenden dargelegt — erforderlich, daß dasselbe
mente seiner Verbrennung eine innige Verbindung
Sauerstoffe der Luft eingehe; findet hingegen eben
bindung noch vor der Verbrennung statt, so wir
wissen Mischungsverhältnissen ein mit heißer Fla
brennendes, bei anderen Verhältnissen aber ein exp
des Gasgemisch erzeugt. Die Kenntniß der wah
dieses letzteren verdanken wir den Arbeiten zahlreicher
ganz insbesondere jenen des Franzosen Gay-Lu
Engländers Davy und des Deutschen Bunsen; in
der Zeit wurden hierauf diese grundlegenden Ergel
Favre und Silbermann, ferner von Berth
Vieille, endlich noch von Mallard und Le Cl
weiter ausgebildet und den Zwecken der Praxis

:macht. Der Engländer Dugald Clerk hat sich seinerseits :r dankbaren Mühe unterzogen, alle diese Forschungen in inem bahnbrechenden Werke: »The Gas Engine« (London, 866) systematisch zu ordnen und übersichtlich vorzuführen; ir unseren Zweck dürfte es genügen, hier blos die Haupt-rgebnisse derselben zusammenzufassen.

Beim Betriebe von Gasmaschinen kommen insbesondere ie nachstehenden Gasarten in Betracht:

Gasart	Formel	Molecular-Gewicht	Molecular-Volumen
Sumpfgas	$C H_4$	16	2
Aethylen	$C_2 H_4$	28	2
Tetrilen	$C_4 H_8$	56	2
Kohlenoxyd	$C O$	28	2

Diese Gase bilden nun, mit dem Sauerstoffe (O) ver-unden, brennbare Gemische, deren Verbrennungs-Pro-ucte der Wasserdampf ($H_2 O$) und die Kohlensäure (CO_2) nd, und zwar bildet hierbei ein Gemisch:

						Volumina H_2O	Volumina CO_2
on 2	Vol.	H	mit 1	Vol.	O . . .	2	—
» 2	»	CH_4	» 4	»	» . . .	4	2
» 2	»	C_2H_4	» 6	»	» . . .	4	4
» 2	»	C_4H_8	» 12	»	» . . .	8	8
» 2	»	CO	» 1	»	» . . .	—	2

Die Entflammbarkeit dieser Gasgemische kann auf reierlei Weise aufgehoben werden, nämlich: einmal durch inzufügung eines Ueberschusses an einem der betreffenden 'ase, dann durch Hinzufügung eines neutralen Gases, endlich ırch Verdünnung des gegebenen Gasgemisches. So kann eine

an sich explosive Wasserstoff-Gasmischung (H_2O) bei einer Verdünnung von $^1/_{18}$ des gewöhnlichen Luftdruckes nicht mehr explodiren; wird aber eben diese Mischung bis zur Rothgluth erhitzt, so wird dieselbe ihre ursprüngliche Entflammbarkeit wieder erlangen. Ebenso ist ein gegebenes Gasgemisch bei einem bestimmten Volumen nicht entflammbar; wird aber eben dieses Volumen durch eine Temperaturerhöhung vergrößert, oder aber auf dem entgegengesetzten Wege verkleinert, so kann die gedachte Mischung wieder entzündlich werden. Was insbesondere das Verhalten des Leuchtgases nach dieser Richtung hin betrifft, so wurde festgestellt, daß dasselbe in einer Mischung von einem Volumen Gas und 15 Volumina Luft bei einer bestimmten Temperatur nicht mehr entzündlich ist; wird dagegen der nämliche Versuch bei etwas höherer Temperatur wiederholt, so kann die fragliche Entzündung wohl bei 15 Volumina Luft eintreten, bei 16 aber nicht mehr: die Entflammbarkeit jedes explosiven Gasgemisches erscheint demnach an eine ganz bestimmte Temperaturhöhe gebunden.

Der Heizeffect der hier in Betracht kommenden Gasgemische wird einfach in der Weise gefunden, indem man zunächst das Volumen jedes einzelnen der in der fraglichen Mischung enthaltenen Bestandtheile derselben ermittelt, hierauf das Gewicht jedes dieser Volumina bestimmt, sodann diese in Kilogramm ausgedrückten Gewichtswerthe nach einander mit dem auf 1 Kgr. bezogenen Wärmeerzeugungsvermögen des betreffenden Gases multiplicirt und endlich die Summe aller dieser Producte durch das Gesammtgewicht der Mischung dividirt.

Die bezügliche Rechnung würde sich also für ein bestimmtes Gasgemisch etwa wie folgt stellen:

Bestandtheile	Volumen pro Kubikmeter	Gewicht pro Kubikmeter	Vorliegende Gewichte in Kilogramm	Heizeffect pro Kilogramm	Wärme-Erzeugungs-vermögen
CH_4	0·344	0·694	0·239 ×	11700	2796·3
C_2H_4	0·035	1·215	0·043 ×	11082	476·5
H	0·569	0·087	0·050 ×	29004	1450·2
O	0·052	1·215	0·063 ×	2403	151·4

Gesammtes Wärme-Erzeugungsvermögen: rot. 4875 Cal.

$$\text{Heizeffect: } \frac{4875}{0·239 + 0·043 + 0·050 + 0·063} = 12342 \quad "$$

Bei der Ermittelung der Abbrennungs-Geschwindigkeit des Leuchtgases hat man zu unterscheiden, ob dieselbe:

a) bei constantem Drucke, oder aber

b) bei constantem Volumen

erfolgte. Im ersteren Falle ergab eine Mischung von 1 Volumen Gas und 5 Volumina Luft eine Geschwindigkeit von 1·01 Meter, und eine Mischung dieser beiden Gasarten im Verhältnisse von 1 : 6 eine Geschwindigkeit von 0·285 Meter pro Secunde. Im zweiten Falle ergaben sich bei verschiedenen Versuchen auch unter einander sehr verschiedene Werthe.

Wesentlich verschieden von der Abbrennungsgeschwindigkeit eines explosiven Gasgemisches ist dessen Explosionsfähigkeit. Denn die Explosion entsteht durch die rasche Ausbreitung der Flamme innerhalb der ganzen Masse der Gasmischung; dieselbe ist also in dem Momente vollendet, sobald der Maximaldruck erreicht ist. Die vollständige Verbrennung eben jenes Gemisches tritt dagegen erst nach der Explosion, nämlich dann *erst ein, nachdem* der ganze vorhandene Kohlen-

stoff zu Kohlensäure, der ganze vorhandene Wasserstoff zu Wasser verwandelt wurde.

Für die Beurtheilung der Kraftleistung einer gegebenen Gasmaschine ist demnach nicht die Verbrennungs-, sondern die Explosionsgeschwindigkeit des jeweilig verwendeten Gasgemisches maßgebend. Findet man also unter Zugrundelegung einer bestimmten Gasmischung die Werthe:

Mischung:		Volumina	Maximaldrucke in Pfund pro Quadratzoll	Explosionszeit in Secunden
Gas	Luft			
1 Vol.	13 Vol.	14	52	0·28
1 »	11 »	12	63	0·18
1 »	9 »	10	69	0·13
1 »	7 »	8	89	0·07
1 »	5 »	6	96	0·05

so folgt hieraus, daß bei einem Volumenverhältnisse des Gases in der fraglichen Mischung von:

$$\frac{1}{14}, \quad \frac{1}{12}, \quad \frac{1}{10}, \quad \frac{1}{8}, \quad \frac{1}{6}$$

der von einem Kubikzoll der Mischung auf den Kolben ausgeübte Druck:

$$\frac{14.52}{=728}, \quad \frac{12.63}{=756}, \quad \frac{10.69}{=690}, \quad \frac{8.89}{=712}, \quad \frac{6.96}{=576}$$

Pfund beträgt. Die beste Mischung würde demnach in diesem Falle diejenige von 1 Vol. Gas mit 11 Vol. Luft sein. Dieser Maximaldruck kommt indeß nicht während der ganzen Dauer des Kolbenschubes, sondern nur in einem bestimmten Momente allein zur Wirkung; dagegen beträgt erfahrungs-

gemäß bei den neueren Gasmaschinen der Zeitraum, während welchem der Kolben den wirksamsten Theil seines Schubes zurücklegt, im Mittel etwa 0·2 Secunden. Wir haben daher nicht die oben ermittelte Explosionszeit von:

0·28, 0·18, 0·13, 0·07, 0·05,

sondern jene von:

0·48, 0·38, 0·33, 0·27, 0·25

Secunden in Rechnung zu bringen. Im Verhältniß zu diesen Zeiträumen reducirt sich dann auch der Druck auf:

43, 48, 47, 55, 57

Pfund pro Quadratzoll, welche Größen (nach einander mit 14, 12, 10, 8 und 6 multiplicirt) die Widerstände ausdrücken, die von der betreffenden Mischung der auftretenden Abkühlung entgegensetzen, nämlich:

602, 576, 470, 440, 342.

Das arithmetische Mittel aus diesen und den zuvor gefundenen Druckgrößen giebt uns schließlich den Werth des *mittleren, nutzbaren Druckes* an, und zwar:

665, 666, 580, 576, 459,

woraus folgt, daß im vorliegenden Falle die obigen beiden schwächsten Mischungen (1 : 13 und 1 : 11) sowohl in Beziehung auf die Größe des relativen Druckes, wie auch hinsichtlich des Widerstandes gegen Abkühlung die zweckentsprechendsten sind.

Würden nun die explosiven Mischungen sich wie die vollkommenen Gase verhalten, bei denen bekanntlich die absolute Verbrennungstemperatur dem hierbei auftretenden Drucke direct proportional ist, so könnte man aus dem soeben berechneten Drucke die *Explosionstemperatur* der betreffen-

den Gasmischung ableiten. Dies ist jedoch nicht der Fall, wie die nachstehenden, von Clerk ermittelten Werthe zeigen:

Mischung: Gas	Mischung: Luft	Volumina	Maximaldruck	Explosionstemperatur in Celsius berechnet aus dem beobachtenden Drucke	Explosionstemperatur in Celsius berechnet aus der Verbrennungstemperatur
1 Vol.	14 Vol.	15	2·80	806	1786
1 »	13 »	14	3·61	1033	1912
1 »	12 »	13	4·20	1202	2058
1 »	11 »	12	4·27	1220	2228
1 »	9 »	10	5·56	1557	2670
1 »	7 »	8	6·10	1733	3334
1 »	6 »	7	6·30	1792	3808

XXII.

Grundgesetze der praktischen Wärmelehre.

Außer den im Vorstehenden dargelegten Erscheinungen kommen bei der Beurtheilung der Leistungsfähigkeit von Gasmaschinen eine Reihe von physikalischen Gesetzen in Betracht, deren Ableitung bisher in dem Werke: »Traité théorique et pratique des moteurs à gaz« von Aimé Witz (Paris, 1886) wohl in der eingehendsten Weise begründet wurde. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen hat Th. Schwartze in seinem vortrefflichen Buche: »Die Gasmaschine« (Leipzig,

37) übersichtlich zusammengestellt; indem wir nun hinsicht- dieser Ergebnisse, sowie in Beziehung auf die Wirkungs- se der heute gebräuchlichsten Gasmaschinen auf das soeben geführte Werk verweisen, lassen wir hier nur diejenigen undgesetze folgen, welche gerade für die Praxis von be- derer Wichtigkeit sind.

In diesem Sinne müssen wir zunächst daran erinnern, s wenn p_0 den Anfangsdruck und p den Enddruck eines sgemisches bedeutet, dessen Kraftwirkung mittelst einer smaschine ausgenützt werden soll, so gilt hierbei nach dem ariotte'schen Gesetze die Gleichung

$$p_0 v_0 = p v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

rin mit v_0 und v die jenen Drucken entsprechenden Volu- na des fraglichen Gasgemisches bezeichnet erscheinen.

Bezeichnet man ferner mit α den Ausdehnungs-Coëffi- nten der Gase, mit t und t^1 aber die Temperaturen, welche s arbeitende Gas in jenen zwei verschiedenen Zuständen sitzt, wobei dasselbe bei gleich bleibendem Drucke die lumina v und v^1 einnimmt, so gilt nach dem Gay- ussac'schen Gesetze für das Anfangsvolumen die Gleichung

$$v_0 = \frac{v}{1 + \alpha t} = \frac{v^1}{1 + \alpha t^1} \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Durch die Verbindung dieser beiden Ausdrücke erhält an die neue Gleichung

$$p_0 \; v_0 = \frac{p v}{1 + \alpha t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

lche, sobald man darin für α den Werth 0·003665 ein- t, auch in der Form

$$p v = \frac{p_0 v_0}{273} (273 + t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

geschrieben werden kann. Diese Schreibweise hat insoferne eine praktische Bedeutung, als der darin vorkommende Ausdruck

$$\frac{p_0 v_0}{273} = R$$

für jede Gasart eine constante Größe ist, und zwar für

Wasserstoff . . .	422·680	Kohlensäure . . .	19·143
Sauerstoff . . .	26·475	Luft	29·272

und da diese Constante dem reciproken Werthe des specifischen Gewichtes des betreffenden Gases annähernd proportional ist, so kann man für ein Gas vom specifischen Gewichte s eben jene Constante im Allgemeinen schreiben:

$$R = \frac{29 \cdot 272}{s}.$$

Ersetzt man ferner in der Gleichung (21) den Factor $(273 + t)$ durch T, womit man die vom absoluten Nullpunkte aus gemessene Temperatur t bezeichnet, so erhält man an Stelle des obigen Ausdruckes die einfache Gleichung

$$p v = R T \quad \ldots \ldots \quad (22)$$

Die Zuführung von Wärme in eine Gasmasse kann bekanntlich in einer zweifachen Weise erfolgen, nämlich:

1. Unter der Voraussetzung, daß sich dieselbe hierbei frei ausdehnen kann, ohne daß ihr Druck verändert wird;
2. unter der Voraussetzung, daß hierbei das Volumen derselben unverändert bleibt, während der darauf ausgeübte Druck sich erhöht.

Das Wärme-Fassungsvermögen (Capacität) des Gases im ersteren Falle soll in der Folge mit C_v, und jenes im zweiten Falle mit C_d bezeichnet werden. Das Verhältniß zwischen diesen beiden Capacitäten ist für alle sogenannten

permanenten, d. h. sehr schwer in den tropfbar flüssigen oder festen Zustand überzuführenden Gase gleich 1·41.

Um nun die in einem Gase enthaltene Wärmemenge (auch die »innere Wärme« genannt) bestimmen zu können, ist es nöthig, dessen Volumen (v), Druck (p) und Temperatur (t) zu kennen. Diese Wärmemenge U ist also im Allgemeinen eine Function aus den drei besagten Factoren; da aber die Temperatur ihrerseits wieder durch das Volumen und den Druck bestimmt ist, so erhalten wir hierfür die allgemeine algebraische Formel

$$U = F\ (v, p).$$

Durch Differentiation dieses Ausdruckes ergiebt sich denn die Gleichung

$$dU = \frac{dU}{dv} \cdot dv + \frac{dU}{dp} \cdot dp \quad . \quad . \quad . \ (23)$$

Die hier betrachtete Erscheinung wird natürlich wesentlich zusammengesetzter in dem Falle, wobei mit der Zustandsänderung des betreffenden Gases gleichzeitig auch eine Arbeitsleistung desselben verbunden ist. In diesem Falle ist dann nämlich die auf das Gas zu übertragende Wärme nicht mehr dU allein, sondern $dU + A p d v$, wobei der Werth $A p d v$ das Wärmeäquivalent der aufgewandten Moleculararbeit bedeutet. Der Wärmezustand des Gases wird daher in diesem Falle durch die Gleichung ausgedrückt werden können:

$$dQ = \frac{dU}{dv} \cdot dv = \frac{dU}{dp} \cdot dp + A p d v,$$

wofür man auch schreiben kann:

$$dQ = \frac{dU}{dp} \cdot dp + \left(\frac{dU}{dv} \cdot A p\right) dv. \quad . \ (24)$$

Nehmen wir nun an, das fragliche Gas sei von der Temperatur t auf $(t + dt)$ bei gleich bleibendem Volumen erwärmt worden, so ist in diesem Falle der Volumenzuwachs $dv = o$ und dadurch erhält die vorige Gleichung die einfachere Form:

$$dQ = \frac{dU}{dp} \cdot dp.$$

Da aber hierbei eine Umwandlung des Wärmezustandes des Gases bei constantem Volumen stattgefunden hat, so ist $dQ = C_v dt$, woraus folgt:

$$C_v \cdot \frac{dt}{dp} = \frac{dU}{dp} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Hat dagegen die hier angenommene Temperaturerhöhung des Gases bei constantem Drucke stattgefunden, so war hierbei $dp = o$; in diesem Falle geht also die Gleichung (24) in die neue Gleichung über:

$$dQ = \left(\frac{dU}{dv} + Ap\right) dv.$$

Hierin ist aber offenbar $dQ = C_d dt$; wir erhalten sonach den Ausdruck:

$$C_d \cdot \frac{dt}{dv} = \left(\frac{dU}{dv} + Ap\right) \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

Setzt man nunmehr in die Gleichung (24) die aus den beiden letzten Ausdrücken sich ergebenden Werthe, so erhält man für den Wärmezuwachs dQ die neue Gleichung:

$$dQ = C_v \cdot \frac{dt}{dp} \cdot dp + C_d \cdot \frac{dt}{dv} \cdot dv \quad . \quad (27)$$

Es ist aber, wie zuvor gesehen, $pv = RT$, mithin

$$\frac{dT}{dp} \text{ oder } \frac{dt}{dp} = \frac{v}{R} \text{ und } \frac{dT}{dv} \text{ oder } \frac{dt}{dv} = \frac{p}{R},$$

wodurch wir zum Schlusse die Gleichung erhalten:

$$d\,Q = \frac{1}{R}\left(C_v \,.\, v \,.\, d\,p + C_d \,.\, p \,.\, d\,v\right) \quad . \; (28)$$

welche Gleichung uns in den Stand setzt, jene Wärmemenge zu berechnen, welche aufgewendet werden muß, um ein Gas aus einem Anfangszustand, der durch die bezüglichen Werthe von p_0, v_0 und t_0 bestimmt ist, in irgend einen Endzustand p, v, t überzuführen, sobald die Art und Weise dieser Ueberführung oder Umwandlung bekannt ist.

Die einfachste Form einer solchen Umwandlung besteht darin, daß man nur das Volumen oder nur den Druck sich verändern läßt, während das andere Element constant bleibt. Angenommen, in diesem Falle dehne sich das Volumen v_0 bis v aus, und es steige hierbei die Temperatur t_0 bis t_1, so gilt für diesen Uebergang die Gleichung

$$\frac{v_0}{v} = \frac{t_0}{t_1}.$$

Die zu dieser Zustandsänderung nöthige Wärmemenge ist dann $C_d\,(t_0 - t_1)$. Hierauf muß dem Gase Wärme entzogen werden, um dessen Druck bei constantem Volumen p_0 auf p zu bringen; die Temperatur sinkt hierbei von t_1 auf t und diese beiden Temperaturwerthe stehen in dem Verhältnisse $\frac{p_0}{p} = \frac{t_1}{t}$ zu einander, so daß die bei dieser Zustandsänderung auftretende Wärmemenge dem Ausdrucke $C_v\,(t_1 - t)$ gleich ist. Die Gesammtabgabe von Wärme also, welche das fragliche Gas bei diesem Vorgange zu liefern hat, erscheint durch den Ausdruck gegeben:

$$C_d\,(t_0 - t_1) - C_v\,(t_1 - t).$$

Ein anderer, und zwar mit Bezug auf die Wirkungsweise der Wärmemaschine der wichtigste Vorgang ist jener, wobei die Ausdehnung des Gases ohne eine Temperaturänderung desselben erfolgt. Diesem Vorgange liegt, wie bereits erwähnt, die obige Gleichung (22) zu Grunde. Ist t für ein bestimmtes Gas gegeben, so kann man aus dieser Gleichung für jeden Werth von p den zugehörigen Werth von v, und umgekehrt, berechnen. Die Curve aber, welche man erhält, indem man die solcherart ermittelten Werthe graphisch aufträgt, stellt sich als eine gleichseitige Hyperbel aus dem Grunde dar, weil das Product p v constant ist. Man pflegt diese Curve die »isothermische Curve« zu nennen. Wenn nun ein Gas sich isothermisch ausdehnt, so wird die ganze darauf übertragene Wärme in Arbeit umgewandelt, welch letztere durch die Gleichung ausgedrückt erscheint:

$$L = p_0\, v_0 \log \frac{v}{v_0} = R\, t \log \frac{v}{v_0}.$$

Die Menge der bei dieser Arbeitserzeugung in Arbeit umgewandelten Wärme ist gegeben durch den Ausdruck

$$A R \log \frac{v}{v_0},$$

worin A das früher erwähnte Wärmeäquivalent der Arbeit bedeutet und dem Zahlenwerthe 1:425 entspricht.

Noch eine andere Art der Wärmeumwandlung müssen wir erwähnen, jene nämlich, welche sich ohne Wärmeabgabe oder Wärmeaufnahme innerhalb einer für Wärme absolut undurchdringlichen Umwandung vollzieht. Bei diesem Vorgange muß im Momente der Expansion die Temperatur des Gases sinken, während der Compression aber steigen; im Vergleich zu dem isothermischen Vorgange wird hier also

während der Expansion der Druck rascher abnehmen und bei der Compression rascher steigen: die graphische Darstellung der hierbei erhaltenen Werthe liefert uns eine Curve, welche die »adiabatische Curve« genannt wird. Letztere giebt uns demnach ein Bild von dem Expansions-, beziehungsweise Compressionsgesetze für den Fall, als die Volumenänderung eines Gases nur durch den in demselben stattfindenden Vorgang bedingt wird, jeder äußere Einfluß aber (mag derselbe nun als Wärmezuführung oder als Wärmeableitung zu bezeichnen sein) ausgeschlossen ist.

Das Gesetz der adiabatischen Curve ist nicht mehr so einfacher Art, wie jenes der isothermischen Curve; während letztere nämlich durch die obige Gleichung $v_0 p_0 = v p$ ausgedrückt wird, liegt der adiabatischen Curve die Gleichung $(v_0 p_0)^\gamma = (v p)^\gamma$ zu Grunde, wobei $\gamma = \frac{C_d}{C_v}$ ist, mithin das Verhältniß zwischen der Wärmecapacität des betreffenden Gases bei constantem Drucke und jener bei constantem Volumen bezeichnet.

XXIII.

Constructive Forderungen des Kreisprocesses.

Damit ein gasförmiger Körper eine Arbeit leisten könne, ist es nöthig, daß derselbe unter Mitwirkung von Wärme durch eine Reihenfolge von Druck- und Volumenänderungen wiederum in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt werde;

er muß also nach Ablauf eines bestimmten Zeitraumes die Anfangstemperatur, dabei gleichzeitig aber auch den Anfangsdruck und sein Anfangsvolumen aufweisen. Diese Reihenfolge von Zustandsänderungen wird ein Kreisproceß genannt, und zwar aus dem Grunde, weil dadurch ausgedrückt wird, daß, falls die erstgenannte Reihe von Zustandsänderungen durch Erwärmung und Expansion erzielt wurde, dieser Umstand an und für sich schon die absolute Nothwendigkeit in sich schließe, die zweite Reihe von Zustandsänderungen durch Compression und Abkühlung anstreben und herbeiführen zu müssen, um schließlich den Anfangszustand wieder zu erlangen, und umgekehrt.

Angesichts dieser Forderung muß sich der Constructeur einer Gasmaschine ganz naturgemäß die zweifache Frage vorlegen:

1. Was soll im vorliegenden Falle erreicht werden?

2. Welches ist der sicherste Weg, auf welchem der vorliegende Zweck erreicht werden kann?

Diese beiden Fragen hat schon vor drei Jahren ein Mann, der zu den anerkanntesten Autoritäten im Gasmaschinenbaue zählt, E. Körting, in einer Abhandlung ausführlich beantwortet, welche zum ersten Mal in der »Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure« (Berlin, 1886) erschien; hier müssen wir uns freilich nur darauf beschränken, blos deren wesentlichsten Inhalt in Kürze zusammenzufassen.

Der zu erreichende Zweck ist im vorliegenden Falle unzweifelhaft der, eine Maschine zu bauen, durch deren Leistung der Brennstoff möglichst ausgenützt wird, d. h. eine Maschine, durch welche sowohl die darin erzeugte (»indirecte«) Arbeit im Verhältniß zum aufgewandten Brennstoff, als auch im

Verhältniß zur Nutzleistung derselben eine möglichst hohe sein soll.

Die einzige Triebkraft nun, welche in der Gasmaschine zur Anwendung kommt, ist die Druckvermehrung eines Gasgemisches, welche Druckvermehrung dadurch entsteht, daß das Gasgemisch in der Todtpunktstellung des Kolbens entzündet wird. Das brennbare Gasgemisch befindet sich zu dem Zwecke in einem Raume hinter oder unter dem Kolben, welcher Raum unmittelbar durch die Fortsetzung des Cylinders gebildet wird.

Um nun die Anforderungen beurtheilen zu können, die man an die Verbrennung der Ladung zur Erreichung des größtmöglichen Nutzeffectes stellen muß, ist es wohl am einfachsten, auf die bekannte Hochdruck-Expansions-Dampfmaschine zurückzugreifen. Zur Beurtheilung beider Maschinengattungen dient das Indicator-Diagramm. Man kann das Diagramm der Gasmaschine leicht auf dasjenige der Expansions-Dampfmaschine zurückführen, wenn man annimmt, daß der mit dem entflammten Gasgemisch gefüllte Laderaum der Gasmaschine dem Füllungsraume der Dampfmaschine gleich gesetzt wird.

Es steht nun fest, daß bei einer Expansions-Dampfmaschine der beste Nutzeffect erreicht wird, wenn man den Dampf mit größtmöglicher Spannung plötzlich eintreten läßt; wenn also das Diagramm eine senkrechte Linie in der Todtpunktlage des Kolbens aufweist, und daß man nach erfolgter Füllung den Dampf plötzlich absperrt, so daß der Dampfeintritt, beziehungsweise die Wärmezufuhr, in den Cylinder während der Expansionsperiode vollkommen aufhört.

Jede Drosselung des Dampfes während des Einströmens und jede Zufuhr von Dampf nach beendeter Füllung ver-

mindert den Nutzeffect desselben; eine Abkühlung durch die Cylinderwände soll nach Möglichkeit vermieden werden.

Es ist ferner bekannt, daß die hohen Anfangsspannungen bis zu zwölf Atmosphären, die in der Dampfmaschine beim Kolbenwechsel ganz plötzlich und viel rascher als bei den Gasmotoren auftreten, bei einer guten Dampfmaschine mit keinerlei Erschütterungen und Stößen verbunden sind. Die Frage der Vermeidung von Stößen braucht daher bei den Gasmaschinen niemals maßgebend dafür zu sein, die Verbrennung derart zu regeln, daß das Maximum der Spannung nicht im todten Punkte schon eintritt, vielmehr kann dies in der Gasmaschine eben so gut wie in der Dampfmaschine der Fall sein.

Die bezüglich der Dampfmaschine zur Vermeidung der bei raschem Druckwechsel zu befürchtenden Erschütterungen angewandten Constructionsregeln sind daher auch bei der Gasmaschine anzuwenden, d. h. man hat bei nöthiger Stabilität des Baues und der Montirung ein gehörig schweres Schwungrad anzubringen. Bei der Gasmaschine ist aber der Eintritt einer Erschütterung bei der Entzündung des Gases um so weniger zu befürchten, als die Druckerzeugung in einem entzündeten Gasgemisch stets eine allmälige, niemals aber eine plötzliche ist.

In dem aus reinem Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniß der Wasserbildung gemischten Knallgase, welches unter allen entzündlichen Gasgemischen die höchste Explosionsfähigkeit besitzt, pflanzt sich die normale Verbrennung nur mit 30 Meter Geschwindigkeit in der Secunde fort; in einem Knallgase dagegen, das aus Kohlenoxyd und reinem Sauerstoff besteht, beträgt diese Geschwindigkeit nur 1 Meter. Jede Beimischung von indifferenten Gasen vermindert die Geschwindigkeit der Entzündungsfortpflanzung sehr bedeutend.

Da aber auch das sehr explosive Gemisch aus Leuchtgas und atmosphärischer Luft wegen des 75 Prozent betragenden Stickstoffgehaltes der Luft zu fast 0·75 des Volumens aus indifferenten Gasen besteht, so ist die normale Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verbrennung und der Druckentwickelung auch in dem höchst explosiblen Gasgemisch, das in der Gasmaschine praktische Anwendung finden kann, eine verhältnißmäßig langsame, denn sie beträgt nur etwa 2·6 Meter pro Secunde.

Genaue Messungen dieser Geschwindigkeit bei verschieden starken, verdichteten Gasgemischen für Motorenbetrieb fehlen leider noch. Nach dem Indicator-Diagramme ist aber selbst bei stark explosiblen Gemischen die Abbrennungsgeschwindigkeit eine sehr geringe, weil das Diagramm in einer ziemlich schrägen Linie ansteigt, obgleich die Kolbengeschwindigkeit in der nächsten Nähe der Todtpunktlage, wo die Abbrennung des Gases vor sich geht, eine sehr niedrige ist, so daß also zu Anfang des Diagrammes die Zeit im Verhältniß zum Kolbenweg eine entsprechend lange ist.

Die Anwendung der Constructionstheorie der Dampfmaschine auf die Gasmaschine lehrt also:

1. Der höchste Nutzeffect wird erreicht, wenn die Druckentwickelung möglichst rasch erfolgt, alle Wärme möglichst sofort im todten Punkte entwickelt und keine innere Wärme mehr nach Beginn der Expansion zugeführt wird. Demzufolge ist das sogenannte »Nachbrennen« der Ladung nach Möglichkeit zu vermeiden, denn dieses Nachbrennen in der Gasmaschine ist in seiner Wirkung ungefähr der nachtheiligen Wirkung eines undichten Schiebers der Dampfmaschine gleich zu setzen.

2. Die Ladung soll vor der Entzündung möglichst hoch comprimirt werden, weil dadurch die Nutzarbeit in viel höherem Maße gesteigert wird, als die aufgewandte Compressionsarbeit.

3. Die Abkühlung des arbeitenden Gases nach außen ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Nach der ersten Regel hat man also vor Allem für einen angemessenen Verlauf der Verbrennung zu sorgen.

Bezüglich der zweiten Regel ist zu bemerken, daß man aus praktischen Gründen nur eine begrenzte Compression benützen kann, welche zwischen zwei und vier Atmosphären Ueberdruck liegt.

Die dritte Regel kann bei Gasmaschinen nicht befolgt werden, man muß vielmehr aus praktischen Gründen trachten, die Cylinderwandung stark abzukühlen, und zwar so stark, daß der Temperaturunterschied zwischen der entflammten Ladung und der Cylinderwand möglichst weit über 1000 Grad beträgt.

In der Erkenntniß gerade dieses letzteren Umstandes sind denn auch die wesentlichsten Constructionsunterschiede zwischen der Dampf- und der Gasmaschine begründet; die Betrachtung der hierbei besonders maßgebenden Factoren führt zu den folgenden Ergebnissen:

1. Während man bei der Dampfmaschine ganz ohne Effectverlust eine hohe Dampftemperatur anwenden kann, bringt eine Steigerung der Temperatur in der Gasmaschine schwere Effectverluste durch Abkühlung mit sich. Man muß also bestrebt sein, die Anfangstemperatur des Treibgases möglichst niedrig zu halten; dem steht aber entgegen, daß mit der niedrigen Temperatur auch eine geringe absolute Arbeits*leistung verbunden* ist und dadurch auch ein niedriges »Güte-

verhältniß« (d. i. das Verhältniß zwischen der dem Motor zugeführten und der in Nutzarbeit umgewandelten Wärme) herbeigeführt wird.

Ferner ist zu bedenken, daß eine niedrige Temperatur der entflammten Ladung nur durch eine starke Vermischung des explosiblen Gases mit indifferenten Gasen erzielt werden kann, daß aber in einer solchen schwachen Ladung die Druckentwickelung nur sehr langsam vor sich geht, also die Erfüllung der ersten Hauptregel vernachlässigt wird.

Der Constructeur muß demnach die beiden Gegensätze möglichst auszugleichen suchen; er darf, mit anderen Worten, nach keiner Seite hin bis an die äußerste Grenze gehen. In diesem Bestreben zeigt sich denn auch die hauptsächlichste Verschiedenheit zwischen den neueren Gasmaschinen in Beziehung auf die Art der Herstellung der Ladung.

2. Da die Abkühlung von der Zeitdauer abhängig ist, so muß behufs Erzielung eines günstigen Nutzeffectes der Verbrennung die Dauer der Abkühlung eine kurze sein. Das heißt: die Maschine soll möglichst viel Umdrehungen machen — ein Umstand, der bei der Dampfmaschine ohne irgend welchen Einfluß ist.

3. Da ferner die Abkühlung von der Größe der Wandfläche des Arbeitscylinders abhängig ist, so muß behufs Erzielung eines möglichst günstigen Nutzeffectes die Form des Cylinders selbst eine derartige sein, daß das Verhältniß zwischen der Wandfläche und dem Volumen thunlichst klein ausfällt — ein Umstand, der bei der Dampfmaschine gleichfalls nicht in Frage kommt. Das Erforderniß der hohen Umlaufzahl *der Gasmotoren* führt aber wiederum dazu, eine

möglichst starke explosible Ladung verwenden zu sollen, damit auch bei der raschen Kolbenbewegung die höchste Druckentwickelung nahe dem todten Punkte erreicht wird.

XXIV.

Systeme und Nutzeffect der Gasmaschinen.

Sehen wir von den sogenannten atmosphärischen Maschinen ab, welche bei dem heutigen Stande der Dinge in praktischer Beziehung den Vergleich mit den direct wirkenden Gasmaschinen nicht aushalten, so können wir diese letzteren vornehmlich in drei wesentlich von einander sich unterscheidende Systeme eintheilen, nämlich:

1. Maschinen, in denen die Verbrennung bei constantem Volumen ohne vorhergehende Compression erfolgt;

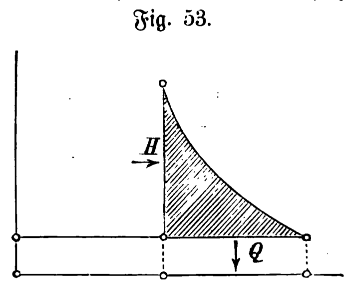
2. Maschinen, in denen die Verbrennung bei constantem Drucke mit vorhergehender Compression erfolgt;

3. Maschinen, in denen die Verbrennung bei constantem Volumen mit vorhergehender Compression erfolgt.

Bei den Maschinen des ersten Systems (charakterisirt durch die Gasmaschine von Lenoir) wird ein explosionsfähiges Gemisch unter atmosphärischer Spannung in die Maschine eingeführt; es erfolgt die Zündung, damit die Explosion und weiterhin eine Expansion herunter bis zur atmosphärischen Linie. Trägt man nun, um den hierbei auftretenden Zusammenhang zwischen dem Volumen und der Spannung zu ersehen, auf einer horizontalen Linie (Fig. 53)

:olbenwege und auf einer darauf senkrecht stehenden die Spannungen in Atmosphären auf, so ergiebt sich, ie Spannung, der Ansaugung entsprechend, sich zunächst er Höhe einer Atmosphäre hält. In der Mitte des nweges erfolgt die Zündung; da dieselbe spontan ge-, so wird die gesammte Heizkraft der explosionsfähigen ung frei, während der Kolben an derselben Stelle steht werden hier also eine plötzliche Steigerung der Spannung, und während dieser Steigerung haben wir eine Wärme-: H, welche der Verung der Mischung ent-:. Sobald nun die höchste eratur erreicht ist, wird, wir weitere Annahmen machen, die Spannung, und während dieser Zeit der Kolben sich weiter bis Ende seines Hubes be-:. Ist die Maschine richtig

Fig. 53.



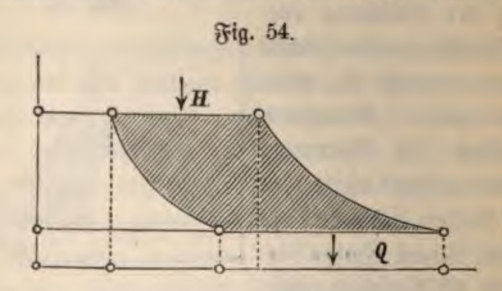
uirt, so muß dann die Spannung auf eine Atmosphäre r gesunken sein, und, während der Kolben zurückgeht, t die Austreibung der Verbrennungsproducte. Hierbei eine Quantität Wärme abgeführt, diejenige nämlich, : in den Verbrennungsproducten am Ende des Hubes enthalten war, so daß wir diesen Proceß so auffassen n, als ob bei constantem Volumen H Calorien Wärme ihrt und nachher beim Auspuff unter constantem Druck Q :ien abgeführt werden. Die Differenz zwischen diesen bei-Wärmemengen ist aber diejenige, welche in Arbeit ver-elt wurde: wir können die Größe dieser letzteren also ber *schraffirten Fläche* direct abmessen.

Die Arbeitsweise der besagten Maschine setzt sich demnach aus vier Vorgängen zusammen, nämlich:

1. Ladung des Cylinders mit explosiver Mischung;
2. Explosion dieser Mischung;
3. Expansion derselben nach der Explosion;
4. Austreibung der Verbrennungsproducte.

Bei den Maschinen des **zweiten** Systems (charakterisirt durch die Gasmaschine von Ch. W. **Siemens**) wird das explosionsfähige Gemisch mittelst einer Pumpe angesaugt, sodann comprimirt und in ein Reservoir hinübergedrückt,

Fig. 54.



welches constante Spannung besitzen muß. Aus diesem Reservoir strömt das explosionsfähige Gemisch bei Oeffnung eines Ventils heraus in einen besonderen Arbeitscylinder, und während dieses Uebertrittes erst (Fig. 54) erfolgt die Zündung, so daß gewissermaßen unter dem constanten Drucke des Reservoirs die durch die Verbrennung des Gases erhitzte Luft in den Cylinder eintritt. Wenn also das Ventil geöffnet wird, hat die Spannung bereits eine gewisse Größe erlangt; und während das Ventil geöffnet bleibt, tritt das explosible Gemisch ein. Die Erhaltung der Spannung wird demnach aus der Verbrennung des Gases selbst bestritten, so daß wir in *diesem Falle* eine Wärmezuführung bei constanter Spannung

iben. Erfolgt dann ein Abschluß des betreffenden Ventils, kann die Luft weiterhin expandiren und bis zur atmo- phärischen Spannung heruntersinken. Bei Oeffnung des Aus- ittsventils geht das verbrannte Gemisch aus der Maschine. ur Ermittelung der thatsächlich erzeugten Arbeit muß daher diesem Falle das Diagramm der Pumpe von jenem des beitscylinders abgezogen werden.

Die bei dieser Maschine auftretende Arbeitsweise setzt h nach dem Gesagten aus fünf Vorgängen zusammen, mlich:

1. Ladung des Pumpen- oder Arbeitscylinders mit ex- osiver Mischung;

2. Compression derselben in einem Reservoir;

3. Eintritt der entflammten Mischung in den Arbeits- linder;

4. Expansion nach Abschluß des Eintrittes;

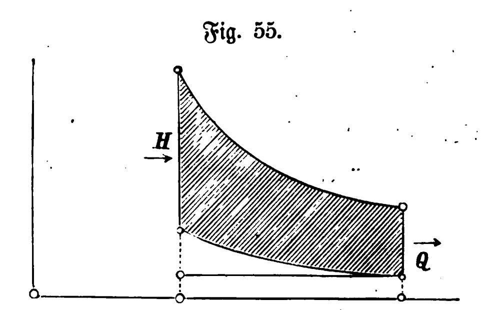
5. Austreibung der Verbrennungsproducte.

Bei den Maschinen des dritten Systems (charakterisirt rch die Gasmaschine von Otto) wird das angesaugte ex- sionsfähige Gemisch zunächst comprimirt, und zwar ent- der in der Weise, daß man die Pumpe in den Cylinder bst verlegt (Otto), oder aber dadurch, daß man hierzu e besondere Pumpe verwendet (Körting). Nach erfolgter mpression des Gasgemisches findet die Zündung desselben tt, womit (Fig. 55) eine Wärmezuführung bei constantem lumen, weiterhin aber auch eine Expansion der erwärmten ft und der Gase verbunden ist. Sodann erfolgt die ffnung des Austrittsventiles der Maschine: die Spannung kt hierbei auf eine Atmosphäre herab und es erfolgt nun Austritt der Explosionsproducte wieder bei constantem Drucke

Die Arbeitsweise dieser Maschine setzt sich also aus sechs Vorgängen zusammen, nämlich:

1. Ladung des Pumpen- oder Arbeitscylinders mit explosiver Mischung;
2. Compression derselben in einem Reservoir;
3. Eintritt der Ladung in den Arbeitscylinder;
4. Entzündung derselben;
5. Expansion des Gasgemisches;
6. Austreibung der Verbrennungsproducte.

Fig. 55.



Angesichts dieser verschiedenen Vorgänge wirft sich gewissermaßen von selbst die Frage auf: Wie stellt sich der Nutzeffect der Gasmaschine demjenigen der Dampfmaschine gegenüber?

Diese Frage bildete den Gegenstand eines lehrreichen Vortrages, den Prof. Dr. Slaby auf der im Juni 1883 stattgehabten 23. Jahresversammlung des »Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern« gehalten. Wir lassen nun die wichtigsten Darlegungen des genannten Gelehrten hier im Auszuge folgen.

Nach dem ersten Grundgesetze der mechanischen Wärmetheorie sind Arbeit und Wärme insoferne identisch, als man

das Eine in das Andere umwandeln kann. Dieses Gesetz besagt, daß, wenn man die Wärme in den gebräuchlichen Einheiten (Calorien) ausdrückt, und wenn man ebenso die Arbeit in den gebräuchlichen Einheiten (Meterkilogrammen) ausdrückt, man jederzeit angeben kann, wie viel Arbeitskraft einem gewissen Quantum Wärme entspricht, und umgekehrt.

Diese Beziehung wird durch die Gleichung ausgedrückt:

$$\frac{L}{Q} = \frac{1}{A}.$$

Darin bezeichnet Q die Anzahl der Wärmeeinheiten, L die Arbeit in Meterkilogrammen und der constante Factor $\frac{1}{A} = 424$ das mechanische Wärmeäquivalent, welch' letztere Zahl ausdrückt, daß 424 Meterkilogramm Arbeit identisch sind mit einer Calorie Wärme.

Die mechanische Wärmetheorie lehrt weiter, daß man dieses gesammte Quantum Wärme nicht in Arbeit verwandeln kann; es ist vielmehr nothwendig, daß in unseren Wärmemaschinen, worin wir diese Verwandlung vornehmen, die betreffende Arbeitsflüssigkeit (sei es nun Gas oder Luft oder Dampf) einen Temperaturfall durchmacht: es muß Wärme zugeführt werden bei einer hohen Temperatur, und es muß von der Arbeitsflüssigkeit Wärme abgeführt werden bei einer niedrigeren Temperatur. Es ist also die Temperaturdifferenz zur Umwandlung von Wärme in Arbeit durchaus nöthig.

Man kann nun in einfacher Weise sich eine Formel ableiten für diejenige Arbeit, welche man theoretisch in einer idealen Maschine erhalten könnte, wenn eine Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$ vorhanden wäre. Diese Formel lautet:

$$L = \frac{Q}{A\,T_1}(T_1 - T_2).$$

Sie besagt, daß die Arbeit, die in einer beliebigen Wärmemaschine bestenfalls erhalten werden kann, gleich ist einem Ausdrucke, der aus zwei Factoren gebildet wird, nämlich:

1. Aus dem Factor $\frac{Q}{A T_1}$, worin Q die verfügbare Wärme, T_1 die höchste vorhandene Temperatur und $\frac{1}{A}$ das bereits erwähnte mechanische Wärmeäquivalent bezeichnet;

2. aus dem Factor $(T_1 - T_2)$, welcher Factor die jeweilig vorhandene Temperaturdifferenz ausdrückt.

Die obige Formel gestattet nun, die Wärmemaschine in Analogie zu setzen zu einer Wassermaschine. Die Arbeit dieser letzteren kann nämlich dadurch berechnet werden, daß man das Gewichtsquantum Wasser, welches in einer gewissen Zeit zur Wirkung kommt, mit dem Gefälle multiplicirt. Hier ist es ähnlich: wir haben ein Temperaturgefälle und ein Wärmegewicht. Man kann also sagen: In einer Wärmemaschine wird Arbeit dadurch erhalten, daß ein Wärmegewicht ein Temperaturgefälle durchsinkt. Hierbei bezeichnen aber T_1 und T_2 nicht die gewöhnlichen, sondern die auf den absoluten Nullpunkt bezogenen Temperaturen; da dieser nun auf der Celsius'schen Scala bei — 273 Grad angenommen ist, so haben wir, um die bezüglichen Angaben auf die gewöhnliche Scala zu übertragen, von denselben 273 Grade abzuziehen.

Angenommen nun, im Cylinder einer Dampfmaschine werde ein gewisses Quantum Arbeit erzeugt. Rechnen wir mit Hilfe des mechanischen Wärmeäquivalentes aus, wie viel Wärmeeinheiten diesem Quantum Arbeit identisch sind, so erhalten wir den Wärmewerth der wirklich erzeugten Arbeit.

Rechnen wir hingegen, wie viel Calorien Wärme durch die Verbrennung der Steinkohle unter dem Dampfkessel überhaupt frei geworden sind, und vergleichen wir die Größe dieser Wärmemenge mit dem obigen Wärmewerthe, so ersehen wir, daß die überhaupt vorhanden gewesene Wärme nicht vollständig ausgenützt wurde. Das Verhältniß aber der in Arbeit wirklich verwandelten zu derjenigen Wärme, welche der Wärmemaschine überhaupt zugeführt wurde, nennt man den thermischen Nutzeffect. Nachdem nun mit dem Arbeitswerthe $\frac{Q}{A}$ eine wirkliche Arbeit $\frac{Q}{AT_1}(T_1 - T_2)$ erzielt werden kann, so erhalten wir, indem wir diese beiden Ausdrücke durch einander dividiren, für den thermischen Nutzeffect einer beliebigen Wärmemaschine den Ausdruck:

$$N = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Der thermische Nutzeffect hängt also lediglich von den verfügbaren Temperaturen ab. Gegenwärtig ist nun die nach dieser Richtung bei Dampfmaschinen erreichbar weiteste Grenze durch eine Spannung von rund zehn Atmosphären bestimmt; diese Spannung entspricht aber einer Temperatur von 180 Grad Celsius, oder, nach der absoluten Scala, von 453 Grad. Die niedrigste Temperatur hinwieder, welche wir in unseren Dampfmaschinen benützen können, jene des Condensationswassers nämlich, beträgt etwa 10 Grad Celsius, oder 283 Grad. Zwischen diesen Temperaturen 453 Grad und 283 Grad arbeiten also im Allgemeinen unsere Dampfmaschinen; dieselben können demnach überhaupt nur 0·37 in wirkliche Arbeit umsetzen.

Vergleichen wir nun mit dieser die Arbeitsleistung der Gasmaschinen und bedenken wir, daß nach vielfachen Er-

mittelungen 1600 Grad und 400 Grad die Temperaturgrenzen darstellen, zwischen denen sich der Kreisproceß einer Gasmaschine augenblicklich vollzieht, so erhält man hierfür einen thermischen Nutzeffect von 0·75. Das erreichbare Maximum ist also bei der Gasmaschine doppelt so groß, als bei der Dampfmaschine.

Wie weit hat man sich diesem Maximalnutzeffecte aber wirklich genähert?

Die besten Resultate, welche mit Dampfmaschinen bis jetzt erhalten wurden, ergeben einen Verbrauch von 1 Kgr. guter Steinkohle pro Stunde und Pferdekraft. Eine Pferdekraft repräsentirt aber 75 Meterkilogramm in der Secunde; es entspricht bei einer solchen Maschine also die Pferdekraft pro Stunde $75 \times 60 \times 60$ Meterkilogramm; diese Wärme durch das Aequivalent 424 dividirt, giebt uns den Wärmewerth der wirklich erzeugten Arbeit. Nun giebt die beste Steinkohle etwa 8000 Wärmeeinheiten überhaupt. Der thermische Nutzeffect beträgt daher in diesem Falle:

$$\frac{75 \times 60 \times 60}{424 \times 8000} = 0{\cdot}08.$$

Bei der Gasmaschine wird hingegen pro Stunde und Pferdekraft etwa 1 Kubikmeter Gas verbraucht, welches einen Heizeffect von rund 6000 Calorien liefert. Der Nutzeffect beträgt also in diesem Falle 0·10.

Unter Zugrundelegung der heute bestehenden Verhältnisse unterscheiden sich die Dampf- und die Gasmaschinen nur wenig von einander. Wenn wir uns aber die wirklich erreichten Zahlen ansehen und diejenigen dagegen halten, welche nach der Theorie erreichbar erscheinen, so bemerken wir, daß die Dampfmaschine den vierten Theil derjenigen Leistung erreichen läßt, welche theoretisch möglich ist; wir sind also auf

dem Wege der Verbesserung der Dampfmaschinen bereits auf dem vierten Theile des Weges zum Ziele. Bei den Gasmaschinen hingegen haben wir da erst ein Verhältniß von 0·10 : 0·75; wir sind also nach dieser Richtung hin vorerst nur auf dem siebenten bis achten Theile des Weges. Dies ist denn aber auch leicht erklärlich: an den Dampfmaschinen arbeitet der menschliche Geist schon etwa 100 Jahre lang; die Gasmaschine hingegen ist ein Kind der neuesten Zeit, denn sie weist eigentlich blos ein Alter von beiläufig zwölf Jahren auf.

Einige der heute am meisten in Verwendung stehenden Gasmotoren-Systeme wurden anläßlich der im Jahre 1886 stattgehabten Ausstellung für Handwerkstechnik und Hauswirthschaft in Karlsruhe durch eine fachmännische Commission in der eingehendsten Weise auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft. Diese Commission bestand aus den Herren: Geh. Rath Dr. Grashof (Obmann), Prof. Richard (Schriftführer), Baurath Bissinger, Oberingenieur Isambert, Director Reichard. Der in Rede stehenden Prüfung lagen insbesondere folgende Objecte zu Grunde:

1. Seitens der Rheinischen Gasmotorenfabrik Benz & Comp. in Mannheim ein liegender Gasmotor von vier Pferdestärken, welcher Motor mit elektrischer Zündung ausgestattet war und sich von allen anderen bei diesem Anlasse geprüften Gasmotoren dadurch unterschied, daß in demselben bei jeder Umdrehung der Schwungradwelle eine Explosion des eingeführten Gasluftgemenges stattfand.

2. Seitens der Fabrik von Buß, Sombart & Comp. in Magdeburg ein stehender Gasmotor von drei Pferdestärken.

3. Seitens der Gasmotorenfabrik Deutz zu Deutz ein Gasmotor liegender Anordnung von drei Pferdestärken

(Nr. 9055) und ein solcher stehender Anordnung von gleichfalls drei Pferdestärken (Nr. 9716) mit Pendelregulator.

4. Seitens der Gasmotorenfabrik Mannheim zu Mannheim ein Gasmotor stehender Construction (Nr. 156) von einer Pferdestärke und ein Gasmotor liegender Construction von vier Pferdestärken (Nr. 148), welche beide mit Körting'scher Zündung ausgestattet waren.

5. Seitens der Firma Gebrüder Körting in Hannover ein Gasmotor von einer Pferdestärke mit Klinkenregulirung und ein Gasmotor von sechs Pferdestärken mit Keilregulirung, speciell zum Betriebe von elektrischen Beleuchtungsanlagen bestimmt. Die Kühlung des Cylinders geschah bei beiden Maschinen nicht, wie gewöhnlich, durch sich fortwährend erneuerndes Wasser aus der Wasserleitung, sondern durch in Körting'schen Rippenkühlern circulirendes Wasser.

Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in der nachstehenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Im Hinblicke darauf gelangte die vorgenannte Commission zu dem folgenden Befunde, und zwar:

Ad 1. »Die Leistungsfähigkeit dieses Motors war eine wesentlich höhere, als die angegebene. Der Gasverbrauch ist ein sehr geringer, nämlich 0·7 Kubikmeter bei voller Leistung, doch steigt derselbe in Folge eines hohen Gasverbrauches für den Leerlauf bei niedriger Leistung sehr rasch. Durch das Princip der Maschine bedingt, ist die Construction complicirter, die Zugänglichkeit zu allen Theilen der Maschine, sowie die Uebersichtlichkeit eine nicht so vollkommene, wie bei den übrigen Systemen.«

Ad 2. »Die effective Leistung dieses Motors überstieg die garantirte wesentlich, wobei bei voller Leistung pro *Stunde und* Pferdekraft 1·07 Kubikmeter Gas consumirt

urden. Der Wasserverbrauch bei einer Temperatur von 3° C. für das zufließende und 60° C. für das abfließende Basser betrug rund 40 Liter pro Stunde und Pferdekraft. er Bau der Maschinen ist solid, die Construction einfach. ie Maschine zeigte sehr große Gleichmäßigkeit im Gange, dem die beobachteten Schwankungen nur bis zu 1·4 Pro= nt auf und ab von der mittleren Tourenzahl betrugen. ine besondere Einrichtung an dem Regulirungsmechanismus r Maschine gestattet in aller einfachster Weise einen Wechsel r Tourenzahl der Schwungradwelle in sehr weiten Grenzen; i einem in dieser Richtung ausgeführten Versuche wurden ourenzahlen von 135 bis 235 in der Minute erlangt.«

Ad 3. »Beide Maschinen ergaben eine wesentlich größere eistungsfähigkeit, als von den Ausstellern angegeben worden ar. Der Gasverbrauch betrug bei voller Leistung 0·9 be= ehungsweise 0·98 Kubikmeter pro Stunde und Pferdestärke. er Kühlwasserverbrauch bei einer Temperatur des zuströmen= n Wassers von 13° C., des ausfließenden von 60° C. betrug ro Stunde und Pferdestärke im Mittel 46 Liter. Die aschinen liefen ruhig und gleichmäßig; es zeigte ein in erwendung gebrachter Tachometer eine maximale Schwan= ng von 3 Prozent für den liegenden, von 2·4 Prozent r den stehenden Motor auf und ab von der mittleren ourenzahl. Der Gang der Maschinen ist nahezu als geräusch= s zu bezeichnen; Bau und Construction sind in bekannter Beise solid und rationell ausgeführt.«

Ad 4. »Beide Maschinen sind solid und sorgsam in onstruction und Bau durchgeführt. Die Leistungsfähigkeit erselben war größer als die von dem Aussteller angegebene. er Gasverbrauch betrug bei voller Leistung für die ein= ferdige *Maschine 1·4* Kubikmeter, für die vierpferdige

System des Motors	Bezeichnung des Motors	Zeitdauer des Versuches in Minuten	Leistung in Pferdestärken effectiv	Gasverbrauch in Kbm. pro Stunde	Gasverbrauch in Kbm. pro Stunde u. Pferdekraft	Gasverbrauch der Zündflamme pro Stunde in Kubikmeter	Mittlere Tourenzahl pro Minute
Benz & Co.	Liegend, 4 Pfdst. Nr. 155	30	—	2·402	—	—	140·53
		40	5·606	3·966	0·707	—	152·55
		40	2·691	3·255	1·209	—	161·10
Buß, Sombart & Co.	Stehend, 3 Pfdst. Nr. 523	30	—	0·998	—	0·084	181·57
		40	3·556	3·797	1·068	0·061	197·60
		40	2·018	2·662	1·323	0·058	212·12
		30	3·307	3·550	1·073	0·061	174·57
Deutz	Liegend, 3 Pfdst. Nr. 9055	30	—	0·788	—	0·084	185·10
		40	3·714	3·372	0·908	0·084	180·80
		40	1·848	1·978	1·050	0·084	183·50
	Stehend, 3 Pfdst. Nr. 9716	30	—	0·695	—	0·095	187·80
		40	3·667	3·594	0·980	0·094	178·55
		40	1·901	2·132	1·121	0·096	183·10
Mannheim	Stehend, 1 Pfdst. Nr. 156	30	—	0·710	—	0·021	197·90
		40	0·959	1·395	1·455	0·021	194·20
		15	1·070	1·532	1·434	0·021	194·40
		40	0·705	1·182	1·676	0·020	195·90
	Liegend, 4 Pfdst. Nr. 148	30	—	2·224	—	0·028	184·33
		40	4·873	4·335	0·889	0·025	180·85
		40	2·904	3·640	1·254	0·018	181·55
		10	2·895	3·318	1·146	0·025	181·00
Körting	Stehend, 1 Pfdst. Nr. 664	30	—	0·332	—	0·027	193·40
		40	1·332	1·446	1·086	0·023	202·20
		40	0·832	0·964	1·160	0·022	201·72
	Stehend, 6 Pfdst. Nr. 623	30	—	2·554	—	0·035	171·33
		40	3·061	4·062	1·327	0·032	175·30
		40	6·170	5·547	0·899	0·030	167·30

0·89 Kubikmeter pro Stunde und Pferdestärke. Der Wasserverbrauch bei einer Temperatur von 60° C. für das abfließende und 13° C. für das zufließende Wasser betrug im Mittel 50 Liter pro Pferdestärke und Stunde. Der Gang der Maschinen war gleichmäßig und ruhig; es wurden bei der vierpferdigen Maschine nur Schwankungen von 1·6 Prozent auf und ab von der mittleren Tourenzahl beobachtet.«

Ad 5. »Die Leistungsfähigkeit überstieg in beiden Fällen die von dem Aussteller angegebene, wobei der Gesammtgasverbrauch bei voller Leistung sich zu rund 1·0 beziehungsweise 0·9 Kubikmeter pro Stunde und Pferdestärke ergab. Die Construction der Maschinen ist einfach, vor Allem die Art der Zündung. Der Gang der Maschine zeigte sich gleichmäßig und ohne unangenehmes Geräusch. Der Bau ist den Kraftleistungen entsprechend solid ausgeführt. Der Gasmotor von sechs Pferdestärken wurde genauer auf die Gleichmäßigkeit seines Ganges untersucht und zeigte in kürzeren Zeiträumen Schwankungen bis zu 1·5 Prozent, in größeren Zeiträumen bis zu 4 Prozent von der mittleren Tourenzahl auf und ab; doch fanden diese Schwankungen sehr ruhig, ohne jede Stoßwirkung statt. Die Kühlung der Cylinderwandungen mittelst der Körting'schen Rippenkühler bewährte sich vollkommen, wobei besonders bemerkt werden mag, daß unter Weglassung derselben auch sofort die gewöhnliche Wasserkühlung angewandt werden kann.«

XXV.

Vorgang bei calorimetrischen Untersuchun

Es erübrigt uns nur noch, an einem von Dr. Sl bei Verwendung desjenigen Gases, dessen chemische Zusam setzung im 21. Capitel angegeben wurde, ausgerechneten spiele den praktischen Vorgang zu zeigen, welcher bei Prüfung einer gegebenen Gasmaschine auf ihre calorimet Leistungsfähigkeit einzuhalten ist.

Der Cylinderdurchmesser der fraglichen Maschine be 171·9 Mm., dessen Hub 340 Mm., das vom Kolben drängte Volumen messe 7888 Liter und der Compress raum habe einen Inhalt von 4770 Liter, so daß let rund 0·6 vom Saugevolumen des Kolbens ausmacht.

Die auf die Leistung der Maschine Bezug habe Factoren seien wie folgt ermittelt worden:

Dauer des Versuches = 1/2 Stunde;
Länge des Hebelarmes des Dynamometers = 0·669 M
Constante Belastung desselben = 30·5 Kgr.;
Gesammtzahl der Touren = 4702;
Gesammtzahl der Explosionen = 2351;
Mittlere Tourenzahl pro Minute = 156·7.

Unter dieser Voraussetzung beträgt die Leistung Maschine:

$$\frac{30{\cdot}5\ .\ 0{\cdot}669\ .\ 156{\cdot}7}{716{\cdot}2} = 4{\cdot}46 \text{ Pferdestärken.}$$

Die aus den abgenommenen Indicator-Diagrammen deducirten Werthe seien:

Mittlere Fläche = 1766 Qu.-Mm.;
Constante Länge der Diagramme = 101 Mm.;
Mittlere Ordinate = 17·48 Mm.;
Maßstab der Indicatorfeder: 1 Atm. = 4·7 Mm.;
Mittlere Nutzspannung = 3·72 Kgr. pro Qu.-Mm.

Dann stellt sich

a) die indicirte Leistung N_i zu:

$$\frac{0{\cdot}1719^2 \, . \, \pi \, . \, 37200 \, . \, 0{\cdot}34 \, . \, 156{\cdot}7}{4 \, . \, 60 \, . \, 75 \, . \, 2} = 5{\cdot}11 \text{ Pferdestärken;}$$

b) der Wirkungsgrad η zu:

$$\frac{\text{Bremsleistung}}{\text{Indicirte Leistung}} = 0{\cdot}87.$$

Die auf den Gasverbrauch sich beziehenden Daten seien:

Gesammtverbrauch mit Ausnahme der Zündflammen = 2·020 Kubikmeter;

Gasverbrauch pro Stunde und Bremspferd = 0·906 Kubikmeter;

Gasverbrauch der Zündflammen pro Stunde = 0·078 Kubikmeter.

Hinsichtlich des Kühlwasserverbrauches seien ermittelt worden:

Gesammtverbrauch = 107·25 Liter;
Mittlere Temperatur im Cylindermantel = 62° C.;

Temperatur des Kühlwassers vor Eintritt in die Maschine = 15° C.;

Durchschnittliche Temperaturerhöhung = 47° C.

Zusammensetzung des Explosionsgemisches:

2351 Explosionen haben verbraucht	. 0·020	Kubikmeter
mithin Gas pro Füllung	. 0·000859	»
Gas- und Luftgemisch pro Füllung	. 0·007888	»
Angesaugte Luft pro Füllung .	. 0·007029	Kubikmeter
Rückstände pro Füllung . . .	. 0·004770	»
Zusammen . . .	. 0·011799	Kubikmeter.

Volumenverhältniß $\frac{\text{Gas}}{\text{Luft} + \text{Rückstände}} = \frac{1}{13\cdot73} \cdot \frac{\text{Gas}}{\text{Luft}} = \frac{1}{8\cdot18}$

Gewichtsverhältniß $\frac{\text{Gas}}{\text{Luft} + \text{Rückstände}} = \frac{1}{27\cdot75} \cdot \frac{\text{Gas}}{\text{Luft}} = \frac{1}{19\cdot7}$

Der Heizeffect von 1 Kgr. des hier verwendeten Gases beträgt, wie oben dargelegt, 12.342 Calorien.

Auf Grund dieser Erhebungen stellt sich (Fig. 56) die calorimetrische Untersuchung wie folgt:

Die Länge der abgenommenen Diagramme betrug constant 101 Mm.; da der Compressionsraum 0·6 vom Saugvolumen des Kolbens ausmacht, so liegt der Coordinaten-Anfangspunkt um $0\cdot6 \times 101 = 60\cdot6$ Mm. vom Anfangspunkte des Diagrammes nach links.

Die punktirte Linie stellt das abgenommene Diagramm dar, die ausgezogene Linie wurde berechnet. Dieselbe setzt sich aus vier Uebergängen mit drei Expansionscurven und einer Compressionscurve zusammen, und werden wie folgt berechnet

1. Compressionscurve $T\,T_0$

$$\frac{15}{5\cdot6} = \left(\frac{161\cdot6}{60\cdot6}\right)^m \qquad m = 1\cdot00$$

2. Expansionscurve $T_0\,T_1$

$$\frac{16}{60} = \left(\frac{66\cdot5}{60\cdot6}\right)^{m_0} \qquad m_0 = -12\cdot95$$

3. Expansionscurve $T_1\ T_2$

$$\frac{31{\cdot}2}{17{\cdot}5} = \left(\frac{138}{90{\cdot}7}\right)^{m_1} \qquad m_1 = 1{\cdot}38$$

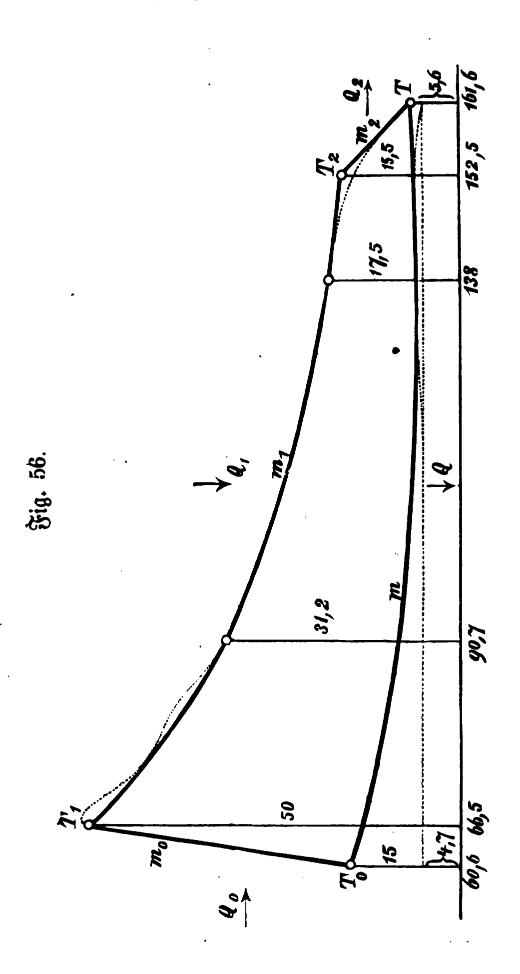


Fig. 56.

4. Expansionscurve $T_2\,T$

$$\frac{15{\cdot}5}{5{\cdot}6} = \left(\frac{161{\cdot}6}{152{\cdot}5}\right)^{m_2} \qquad m_2 = 17{\cdot}56$$

Hinsichtlich der Dichtigkeit des Gasgemisches ergiebt die Rechnung, daß in Folge der Verbrennung der Gasgemische von der angegebenen Zusammensetzung eine geringe Verdichtung der Arbeitsflüssigkeit eintritt, und zwar findet sich als Verhältniß der Dichtigkeiten = 1·013.

Die specifischen Wärmen der Verbrennungsproducte sind:

$$c_p = 0{\cdot}253 \text{ und } c_v = 0{\cdot}183; \text{ mithin } x = \frac{c_p}{c_v} = 1{\cdot}38.$$

Die hierbei auftretenden Temperaturen sind:

$$\frac{T_0}{T} = \frac{p_0\,v_0}{p\,v} = \frac{15\,.\,60{\cdot}6}{5{\cdot}6\,.\,161{\cdot}6} = 1{\cdot}00;$$

$$\frac{T_1}{T} = 1{\cdot}013\,.\,\frac{p_1\,v_1}{p\,v} = 1{\cdot}013\,.\,\frac{50\,.\,66{\cdot}5}{5{\cdot}6\,.\,161{\cdot}5} = 3{\cdot}72;$$

$$\frac{T_2}{T} = 1{\cdot}013\,.\,\frac{p_2\,v_2}{p\,v} = 1{\cdot}013\,.\,\frac{15{\cdot}5\,.\,152{\cdot}5}{5{\cdot}6\,.\,161{\cdot}5} = 2{\cdot}64.$$

Die für die betreffende Expansionscurve giltige specifische Wärmemenge c wird nach der Formel gefunden:

$$c = \frac{m - k}{m - 1}\,.\,c_v$$

und berechnet sich im vorliegenden Falle wie folgt:

$$c_0 = \frac{-\,12{\cdot}95 - 1{\cdot}38}{12{\cdot}95 - 1}\,.\,0{\cdot}183 = 0{\cdot}187;$$

$$c_1 = o;$$

$$c_2 = \frac{17{\cdot}56 - 1{\cdot}38}{17{\cdot}56 - 1}\,.\,0{\cdot}183 = 0{\cdot}179.$$

Bezeichnet man nun mit Q_0, Q_1 und Q_2 die auf den Curven m_0, m_1 und m_2 zuzuführenden Wärmemengen, so ergiebt sich:

$$Q_0 = c_0 \, (T_1 - T_0) = 0{\cdot}187 \; (3{\cdot}72 - 1) \; T = 0{\cdot}5086 \; T;$$
$$Q_1 = o;$$
$$Q_2 = c_2 \, (T - T_2) = 0{\cdot}179 \; (1 - 2{\cdot}64) \; T = -0{\cdot}2936 \; T.$$

Hieraus folgt, daß auf der Curve m_0 eine starke Wärmezuführung stattfindet; es entspricht dieser Theil des Diagrammes der Explosionsperiode, während welcher der größte Theil des im Gemisch enthaltenen Leuchtgases zu ziemlich spontaner Verbrennung kommt.

Die während der Expansion zuzuführende Wärmemenge Q_1 ist für den Kreisproceß $= 0$, mithin ist die Expansionscurve adiabatisch, was schon aus der Gleichheit von m_1 und x erhellt.

Die Wärmemenge Q_2 ist negativ; es muß mithin während der Zustandsänderung m_2 Wärme abgeführt worden sein, die sich in den ausgestoßenen Verbrennungsproducten vorfindet.

Um die während der halbstündigen Dauer des Versuches zu- und abgeführten Wärmemengen zu berechnen, hat man zu beachten, daß in der Maschine die Arbeitsflüssigkeit aus einem Gemisch von 1 Kgr. Leuchtgas mit 29·75 Kgr. Luft und Verbrennungsrückständen besteht. Während der ganzen Dauer des Versuches sind 2·02 Kubikmeter $= 0{\cdot}395 \times 2{\cdot}02$ Kgr. Leuchtgas verbraucht worden; mithin entsprechen diese einem Gewichte von $(1 + 59{\cdot}75) \,.\, 0{\cdot}395 \times 2{\cdot}02$ Kgr. Arbeitsflüssigkeit. Wir erhalten demnach die Wärmemengen für die Gesammtdauer des Versuches, wenn wir die oben erhaltenen Werthe für 1 Kgr. Arbeitsflüssigkeit mit diesem Factor multipliciren, nämlich:

$$\mathfrak{Q}_0 = 12{\cdot}447 \; T \text{ und } \mathfrak{Q}_2 = -7{\cdot}1853 \; T.$$

Es handelt sich noch um die Ermittelung derjenigen Wärmemenge, welche während der Compression auf der Curve m zu- oder abzuführen ist. Die Berechnung hat $m = 1$ ergeben; wir haben mithin eine Curve von der Form $p v = p_0 v_0$, das heißt die isothermische Linie vor uns, nach welcher eine Arbeitsflüssigkeit zu comprimiren ist, wenn die Temperatur ununterbrochen dieselbe bleiben soll. Da nun durch Compression Wärme erzeugt wird, so ist diese Zustandsänderung nur möglich, wenn mit der Arbeitsflüssigkeit ein Körper in Berührung steht, welcher Wärme aufnehmen kann: das ist im vorliegenden Falle der Wassermantel des Cylinders. Der Werth der hierbei erzeugten Wärme läßt sich aus der Compressionsarbeit bestimmen. Es wurde nämlich durch Planimetrirung der Diagramme der Arbeitswerth der Compression ermittelt; die entsprechende Fläche betrug 768 Qu.-Mm. Da nun die Fläche des ganzen Diagrammes = 1766 Qu.-Mm. einem Arbeitswerthe von 5·11 entspricht, so findet sich der gesuchte Werth aus der Proportion:

$$1766 : 5{\cdot}11 = 768 : x \quad \text{mit } x : 2{\cdot}22.$$

Dies sind: $2{\cdot}22 \times 75 \times 60 \times 30 = 299.700$ Meter-Kgr. oder gleichwerthig mit

$$Q = \frac{299.700}{424} = 706{\cdot}839 \text{ Cal.}$$

Im ganzen hier betrachteten Kreisprocesse haben wir nur auf einem Uebergange (nämlich auf m_0) eine Wärmezuführung Q_0; dagegen sind sowohl Q_1 als Q als abzuführende Wärmemengen in Rechnung zu stellen. Die Differenz beider: $Q_0 - (Q + Q_2)$ entspricht aber der im Kreisprocesse in Arbeit umgesetzten Wärme, welch letztere ihrerseits wieder *als indicirte* Arbeit gemessen erscheint. Es ergiebt sich hieraus

für die Bestimmung der während des ganzen Kreisprocesses auftretenden niedrigsten Temperatur T die Gleichung:

$$12{\cdot}447\ T - 7{\cdot}1853\ T - 706.839 = \frac{5{\cdot}11 \times 75 \times 60 \times 30}{424}$$

und hieraus:

$$T = 443;\ T_0 = 443;\ T_1 = 1648;\ T_2 = 1169.$$

Auf Grund der erhaltenen Resultate läßt sich denn nunmehr die Wärmebilanz wie folgt aufstellen:

1. Gesammte durch Verbrennung von 2·02 Kubikmeter frei gewordene Wärme = 2·02 × 4875 = ... 9847 Cal.,

2. Gesammte während des Versuches in indicirte Arbeit verwandelte Wärme = $\frac{5{\cdot}11 \times 75 \times 60 \times 30}{424}$ = ... 1626 »

3. Gesammte während des Versuches vom Kühlwasser aufgenommene Wärme = 107·25 × 47 = 5041 »

4. Gesammte während des Versuches mit den Verbrennungsproducten verloren gegangene Wärme = 7·1853 × 443 = ... 3183 »

Die Summe der unter 2, 3 und 4 angegebenen Wärmemengen ergiebt 9850 Cal., so daß nur ein geringer Rest von 3 Cal. nicht nachweisbar ist, welche Wärmemenge durch Leitung und Strahlung verloren ging.

Bezeichnet man endlich mit 1 die überhaupt verfügbare Wärmemenge, so wurden hiervon im vorliegenden Falle:

durch die Verbrennungsproducte abgeführt . . 0·323
durch das Kühlwasser abgeführt . . . . . 0·512
in Arbeit verwandelt . . . . 0·165.

Sechster Abschnitt.

Größenverhältnisse der Anlage.

XXVI.

Leuchtgas und Heizgas.

Hat der Installateur auf Grund der vorstehenden Erwägungen jene Gasmenge ermittelt, welche erforderlich ist, damit die in jedem besonderen Falle zu schaffende Anlage den bestehenden Bedürfnissen der Beleuchtung, Heizung und Krafterzeugung zu genügen vermöge, so muß derselbe, um an die Ermittelung der einschlägigen Größenverhältnisse schreiten zu können, vorerst noch ein Moment von principieller Tragweite reiflichst in Betracht ziehen, nämlich: die Wahl des Stoffes mit Rücksicht auf die damit hervorzubringende Arbeitsleistung.

Die nachgerade erstaunlichen Fortschritte, die in jüngster Zeit bezüglich der Kenntniß aller jener Factoren erzielt wurden, welche die Gewinnung von Gas aus den hierzu naturgemäß geeigneten Substanzen beeinflussen und dessen Ausbeute bestimmen, haben nämlich im großen Publicum die Hoffnung geweckt, daß es gelingen dürfte, ein Gas darzustellen, welches, *speciell für die* Zwecke der Heizung und Krafterzeugung ver-

wendet, vor dem gewöhnlichen Leuchtgase in erster Linie den großen Vorzug eines wesentlich niedrigeren Preises hätte. Ist diese Hoffnung also eine gegründete, dann erwächst hieraus selbst für den Installateur ganz offenbar die stricte Nothwendigkeit, die beabsichtigte Anlage von vornherein in zwei von einander durchaus getrennt bleibende Haupttheile zu scheiden, wovon dem einen die Versorgung der gegebenen Baulichkeit mit Licht allein, dem andern aber jene mit Wärme und Kraft zuzufallen hätte.

Es frägt sich aber: Kann zur Erreichung aller der drei vorgenannten Zwecke das gewöhnliche Leuchtgas an und für sich mit Vortheil verwendet werden; oder erscheint es richtiger, diese Gasart als Lichtquelle allein auszunützen, für die Zwecke der Wärme und der motorischen Kraft dagegen eine andere Gasart zu erzeugen? Und weiter: Welche Gasarten können wir überhaupt erzeugen, und welche derselben verdient den Vorzug?

Diese letztere Frage, als die weitgehendste, zunächst beantwortend, müssen wir vor Allem daran erinnern, daß es nach dem heutigen Stande der Gastechnik möglich ist, auf einem nicht weniger denn fünffachen Wege aus einer kohlenstoffhaltigen Substanz brennbare Gase zu gewinnen, nämlich:

1. Indem man dieselbe in einer luftdicht verschlossenen Retorte der Glühhitze aussetzt und dadurch entgast (Leuchtgas);

2. indem man dieselbe in einem Schachtofen bei geregeltem Luftzutritte in der Weise verbrennt, daß sich hierbei der an und für sich nicht flüchtige Kohlenstoff in gasförmiges Kohlenoxyd verwandelt (Generatorgas);

3. indem man dieselbe zum Glühen bringt und darüber Wasserdampf streichen läßt, wodurch sich der Kohlenstoff der glühenden *Substanz mit* dem Sauerstoffe des Wassers zu

Kohlenoxyd bindet, während der Wasserstoff des Wassers frei wird (Wassergas);

4. indem man dieselbe, wie im ersten Falle, entgast, gleichzeitig aber auch, wie im zweiten Falle, ihren festen Rückstand (Coke) unter Luftzutritt verbrennt (Schweelgas);

5. indem man dieselbe, wie im dritten Falle, zum Glühen bringt, darüber aber nicht nur Wasserdampf, sondern auch noch Luft streichen läßt (Generator-Wassergas).

Die chemische Zusammensetzung dieser fünf Gasarten ist nach den diesbezüglichen Untersuchungen von Dr. H. Bunte die folgende:

Bestandtheile:	Leuchtgas	Generator-gas	Wassergas	Schweel-gas	Generator-Wassergas
	Vol.-Proz.				
Kohlenoxyd	9	34·3	50	20	38
Wasserstoff	47	—	50	6	12
Sumpfgas	34	—	—	} 2	—
Schwere Kohlenwasserstoffe	5	—	—		
Kohlensäure, Stickstoff ꝛc.	5	65·7	—	72	50
	100	100	100	100	100
Verbrennungswärme der einzelnen Bestandtheile:					
Kohlenoxyd	275	1048	1527	611	1161
Wasserstoff	1209	—	1286	154	309
Sumpfgas	2916	—	—	} 280	—
Schwere Kohlenwasserstoffe	1111	—	—		
Heizvorrath v. 1 Kbm. Gas:	5511	1048	2813	1045	1470
Verhältniß des Heizwerthes in runden Zahlen:	5·3	1	2·7	1	1·4

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, daß 1 Kbm. Leuchtgas mit einem Heizvorrathe von rund 5500 Wärmeeinheiten etwa 5·3 Mal so viel Wärme zu entwickeln vermag, als 1 Kbm. Generatorgas oder Schweelgas; daß ferner 1 Kbm. Wassergas nur etwa halb so viel Wärme entwickelt als 1 Kbm. Leuchtgas. Das gewöhnliche Leuchtgas zeigt sich demnach allen anderen Gasarten gegenüber in Bezug auf den Heizwerth der Volumeneinheit sehr bedeutend überlegen.

Dieser Umstand fällt, wie der genannte Fachmann ganz richtig hieraus folgert, überaus schwer ins Gewicht, wenn es sich um die Vertheilung des Gases auf größere Entfernungen hin handelt, wie dies bei der hier in Rede stehenden Versorgung einer Stadt oder eines größeren Districtes mit Heizgas von einer Centralstelle aus der Fall sein würde. Denn es ist klar, daß wir durch eine Rohrleitung von bestimmten Dimensionen unter sonst gleichen Verhältnissen mit Leuchtgas eine fünfmal größere Wärmemenge zur Vertheilung bringen können als mit Generatorgas oder Schweelgas, und die doppelte Wärmemenge als mit Wassergas. Diese Concentration des Heizwerthes innerhalb eines geringen Volumens ist aber um so vortheilhafter, je größer die Entfernung der Productionsstelle von dem Verbrauchsorte und je wechselnder der Gasverbrauch in den verschiedenen Tagesstunden oder Jahreszeiten ist. Ja, es erscheint sogar die Annahme vollauf gerechtfertigt, daß dieser Umstand allein für die Wahl der Gasart entscheidend sein kann. Berechnet man nämlich für eine größere Stadt die Rohrdimensionen, welche erforderlich wären, um dieselbe mit Heizgas zu versorgen, so gelangt man, da zu bestimmten Jahres- und Tageszeiten der Wärmebedarf das Lichtbedürfniß sehr bedeutend übersteigt, zu ganz außerordentlichen Verhältnissen. So

benöthigt man beispielsweise in Beckton, von wo aus etwa 60.000 Kbm. Heizgas pro Stunde auf eine Entfernung von 16 Km. nach dem Centrum Londons geführt werden, nicht weniger denn zwei Rohrstränge, jeder mit einem Durchmesser von 1·2 Meter; und selbst bei diesen kolossalen Rohrdimensionen ist man dortselbst genöthigt, das Gas durch Anwendung eines sogenannten Gashochdrucksystems in die Rohrleitung zu pumpen. Daß aber die Herstellung einer so enormen Leitung, zudem die Schaffung von entsprechend großen Vorrathsbehältern und die Aufstellung von damit im Verhältniß stehenden Fabrikationsapparaten die Gestehungskosten des Gases sehr empfindlich beeinflussen müssen, liegt wohl durchaus klar auf der Hand.

Noch mehr. Nach den Versuchen von Bunsen übertrifft die Entzündungsgeschwindigkeit des Wasserstoffes um mehr als das 30fache jene des Kohlenoxyds: es folgt hieraus, daß diejenigen Gasarten, welche (wie eben das Leuchtgas, das Wassergas und das Generator-Wassergas) einen hohen Gehalt an Wasserstoff aufweisen, sich leicht entzünden lassen und schwer verlöschen; wogegen bei den vorwiegend Kohlenoxyd enthaltenden Gasarten (Generatorgas und Schweelgas) das Fortbrennen der Flamme, abgesehen von der großen Verdünnung mit nicht brennbaren Gasen, dadurch erschwert wird, daß die Entzündung sich auf die nachfolgenden Gastheile nur langsam fortpflanzt, so daß diese Flamme schon bei dem geringsten Luftzuge erlischt. Es bleiben demnach für die Verwendung als Heizgas in dem hier betrachteten Sinne füglich nur übrig: das Leuchtgas und das Wassergas.

Bei der Wahl zwischen diesen beiden Gasarten nun spielt zwar die Kostenfrage eine sehr wichtige, aber unserer *Ansicht nach noch* keineswegs die ausschlaggebende Rolle; als

ausschlaggebend erscheint uns hierbei vielmehr der Hinblick auf den Umstand, ob das gewöhnliche, längst bekannte Leuchtgas oder aber das dem europäischen Publicum noch nahezu völlig unbekannte Wassergas eher geeignet ist, jene Schwierigkeiten zu beseitigen, welche sich dem Uebergange von der Heizung mittelst fester Brennstoffe zu jener mittelst gasförmiger Stoffe entgegenstellen — und diesen Umstand glauben wir mit vollster Entschiedenheit zu Gunsten des Leuchtgases deuten zu dürfen. Denn bezüglich dieses letzteren handelt es sich keineswegs, wie dies beim Wassergase der Fall ist, um technische und hygienische Bedenken aller Art, sondern lediglich noch um ein rationelles Entgegenkommen seitens der Gasanstalts-Verwaltungen und seitens der Hauseigenthümer.

In letzterer Beziehung kann es vorweg nicht geleugnet werden, daß, während man in andern Ländern, so namentlich in Deutschland, England, Frankreich und Belgien die Rentabilität der Miethhäuser mehr und mehr dadurch zu erhöhen trachtet, indem man dieselben mit jeglichem Comfort ausstattet, sich bei uns die Hausbesitzer im Allgemeinen allen diesbezüglichen Neuerungen bedauerlicher Weise so lange als irgendwie möglich mit aller Macht entgegenzustellen pflegen. Hat es doch hier in Wien speciell, wie bekannt, einer ziemlich geraumen Zeit bedurft, bis man endlich auch die in minder luxuriös ausgestatteten Häusern Wohnenden an den Wohlthaten des Hochquellenwassers theilnehmen ließ — kein Wunder also, wenn, wie in der That, alle Bemühungen der Gasindustriellen und des intelligenten Publicums, welche die Legung von zweckdienlichen Gasleitungen in sämmtlichen Wohnräumen zum Ziele haben, bisher fast durchwegs scheiterten. Und nicht in der Entscheidung der Frage, wer die Kosten der betreffenden Rohrlegung zu tragen habe, gipfelt das Hinderniß, das heute noch

der allgemeinen Verwendung des Leuchtgases hemmend im Wege steht; denn, wie uns aus zahlreichen Fällen bekannt, würden nicht wenige Parteien gerne dazu bereit sein, die besagten Kosten zu tragen. Der einzige, wirklich alle diesbezüglichen Bestrebungen von vornherein vereitelnde Umstand liegt vielmehr ganz und gar in der übel verstandenen Abneigung der Hausbesitzer gegen die Einführung dieser nützlichen Kraft. Es ist auch bei weitem nicht Alles gethan, wenn dieselben in einzelnen Ausnahmsfällen die Legung des fraglichen Rohrnetzes gestatten: wenn dieses letztere nicht schon von Haus aus derart gelegt wurde, daß hierbei auf die zu gewärtigende Vermehrung der ursprünglichen Flammenzahl entsprechende Rücksicht genommen erscheint, so können einzelne ausnahmsweise Concessionen der Sache eher schädlich denn nützlich sein, weil man dann erst zu der nothwendigen Erkenntniß gelangen muß, daß die bis dahin gut functionirende Hauptleitung fortan den neuen Anforderungen durchaus nicht mehr genügen kann, daß man also einigen Parteien zuliebe zu der um so kostspieligeren und schwierigeren Legung eines völlig neuen Rohrnetzes sich nachträglich doch entschließen muß.

Könnte es also bei dieser Sachlage auch nur im entferntesten nützen, wenn uns heute etwa knapp neben unseren Wohngebäuden das beste und billigste Wassergas zur Verfügung stünde? Mit nichten! Aufgabe der Techniker bleibt es vielmehr nach wie vor, den obigen Kampf gegen das Althergebrachte unermüdet weiter und energischer als bisher zu führen. Nur darf hierbei wohlweislich niemals, wie bisher leider nur zu häufig, der Umstand übersehen werden, daß die in Rede stehende Aufgabe eine zweifache ist, daß demnach auf ihre Lösung hin auch von einer doppelten Seite aus gewirkt werden muß, nämlich: auf dem Gebiete der Technik einer-

) im Schoße der Bevölkerung andererseits. Dort müssen zelne Mängel beseitigt, hier aber muß eine ganze Reihe ı feindlichen Factoren besiegt werden. Die nach dieser letz- en Seite hin wirkenden Männer (und zu diesen müßten ız naturgemäß die Gas-Installateure in allererster Linie len) sind den Gasproducenten durchaus nicht im Wege: de streben ja einem und dem nämlichen Ziele zu. Es er- eint daher ganz und gar nicht gerechtfertigt, gegen diejenigen, lche für die Verwendung des Kohlengases zu Heizzwecken itig sind, den Vorwurf zu erheben, als stünden dieselben f einem bereits veralteten Standpunkte, denn gerade diese änner werden dereinst das Hauptverdienst für sich in Anspruch hmen dürfen, die Lösung der Wassergasfrage angeregt, über- upt möglich gemacht, die Einführung des neuen Brennstoffes rch die ihren Bemühungen in erster Linie zu dankende Hinweg- umung der festen Brennmaterialien den Weg eröffnet und ebnet zu haben.

Bis dahin bleibt die Frage: »Kohlen- oder Wasser- s?« ganz nothwendig eine rein technische, die Frage hin- gen: »Kohlen- oder Gasheizung?« eine eminent culturelle, lkswirthschaftliche. Die erstere mag wann immer, freilich eher desto besser, gelöst werden; die Lösung der letzteren er entspricht einem Gebote der dringendsten Nothwendigkeit ıd braucht demnach dieselbe von der Entwickelung der Wasser- sfrage in keiner Weise abhängig gemacht zu werden — einmal shalb, weil das heute leider zu Leuchtzwecken allein in Ver- endung stehende Kohlengas auch einen ungeheuren Heizwerth in h schließt; dann aber auch deshalb, weil die bereits bekannten as-Koch- und Heizvorrichtungen, wenn aus der Menge des ebotenen mit Sachkenntniß gewählt, ganz und gar ihren weck erfüllen.

Unter allen Umständen wird hierbei unserer Ansicht nach aber die gleichzeitige Verwendung zweier Gasarten, also des Leucht- und Wassergases, bedingungslos ausgeschlossen bleiben. Sollte sich mit der Zeit die Erzeugung von Wassergas als die zweckdienlichere Fabrikationsweise darstellen, so werden ganz zweifelsohne mit dessen Einführung unsere heutigen Brenner verschwinden müssen und an deren Stelle die Incadescenzbrenner zu treten haben. Insolange aber dies nicht der Fall ist, wird die Versorgung der Städte mit Heizgas vernünftigerweise immer nur im unmittelbaren Anschluß an die Leuchtgasversorgung erfolgen können.

XXVII.

Tagesgas und Nachtgas.

In richtiger Erkenntniß all' der im Vorstehenden erörterten Verhältnisse zeigen sich denn in jüngster Zeit die meisten Gasanstalts-Verwaltungen (jene der englischen Gasgesellschaft in Wien bildet bedauerlicher Weise auch nach dieser Richtung, wie nach manch' anderer, eine fürwahr wenig lobenswerthe Ausnahme) bemüht, die Verwendung des Leuchtgases für Heiz- und motorische Zwecke möglichst zu fördern. In Beziehung auf die Art dieser Förderung aber gehen die Ansichten der Fachmänner ganz wesentlich auseinander: während nämlich die Einen zu dem Ende den Preis des Gases überhaupt in nicht unbedeutendem Grade herab-

setzen, gewähren die Anderen eine solche Begünstigung nur hinsichtlich jener Gasmenge, welche zu den oben gesagten Zwecken verwendet wird. Wir stehen nun keinen Augenblick an, uns als ganz entschiedene Gegner der letzterwähnten Preisermäßigung zu bekennen, indem wir der Ueberzeugung sind, daß die durch jene Maßnahme angestrebte Vermehrung des Gasconsums sich im Wege einer allgemeinen Verbilligung des Gases weit sicherer erreichen ließe, wie wir dies im Nachstehenden zu begründen hoffen.

Die in Rede stehende Maßnahme gipfelt nämlich in einem vor etwa vier Jahren seitens des städtischen Chef-Ingenieurs J. Wybauw in Brüssel gemachten und seither nicht dortselbst allein, sondern auch in einigen anderen Städten befolgten Vorschlage, welcher dahin geht, die Art der Verwendung des Gases als Basis für die Bewerthung des Preises desselben zu wählen und zu dem Zwecke unter Benützung eines eigens hierzu construirten Gasmessers die jeweilig in Rechnung zu bringende Gasmenge vorerst von dem Gesichtspunkte aus zu trennen, ob dieselbe beim Tage, oder aber zur Nachtzeit zum Verbrauche gelangt sei. Diesem Vorschlage gemäß hätte man es also mit einem Tagesgase, das ist dem für Koch-, Heiz- und motorische Zwecke dienenden Gase einer- und dem Nachtgase, das ist dem speciell für Zwecke der Beleuchtung bestimmten Gase zu thun. Der pecuniäre Unterschied zwischen diesen beiden Gasarten würde aber darin bestehen, daß (wie dies in Brüssel der Fall) das Tagesgas mit beispielsweise 10 Centimes, das Nachtgas dagegen mit 20 Centimes pro Kubikmeter zu berechnen wäre.

Fassen wir nun die Vortheile ins Auge, welche an diese Maßnahme geknüpft sind, so sind es im Wesentlichen deren drei, nämlich:

1. Eine rationellere Vertheilung der bezüglichen Gestehungskosten auf die in Betracht kommenden Gasmengen;

2. eine gleichmäßigere Inanspruchnahme der betreffenden Fabriken und in Folge dessen auch eine leichtere Eintheilung des Betriebes derselben;

3. eine voraussichtliche intensive Vermehrung des Gasconsums, vornehmlich in Folge der größeren Einbürgerung des Gases als Brennstoff.

Was nun zunächst den ersten Vortheil betrifft, so war Wybauw bestrebt gewesen, dessen Richtigkeit durch nachstehenden Vergleich in populärer Weise zu illustriren. Er sagte: »Angenommen, ein Theaterdirector habe einen Saal, worin 200 Vorstellungen gegeben werden sollen, um den Preis von Fr. 10.000 gemiethet; jede Vorstellung erscheint also mit einer Miethgebühr von Fr. 50 belastet. Nehmen wir ferner an, derselbe Director bringt es durch günstige Vereinbarungen dahin, die Möglichkeit zu schaffen, daß in dem nämlichen Saale tagsüber noch andere nutzbringende Vorstellungen veranstaltet werden können. Um nun für diese letzteren ein genügend zahlreiches Publicum heranzuziehen, setzt derselbe den sonst üblichen Eintrittspreis um 2 oder 1 Fr. herab. Das Reinerträgniß dieser Tagesvorstellungen wird nun offenbar gefunden, indem man von den Einnahmen gerade nur diejenigen Auslagen in Abzug bringt, welche speciell aus der Veranstaltung dieser Vorstellungen erwachsen. Demnach sind in diesen Auslagen jene für Saalmiethe keineswegs einzubegreifen, denn diese letztere erscheint ja bereits bei den Abend-Vorstellungen in Rechnung gebracht; ebensowenig können hierbei die Spesen für die äußere Beleuchtung in Betracht kommen, denn diese bildet offenbar einen Belastungsposten für die *Abendvorstellungen*; endlich kommen hier dann auch die all-

gemeinen Regiespesen in Wegfall, denn diese würden selbst in dem Falle in ganz gleicher Höhe erwachsen, wenn keine Tages-Vorstellungen stattfinden würden.«

Auf Grund all dieser Voraussetzungen, auf die Fabrikation des Gases bezogen, gelangt dann Wybauw zur Ermittelung der Gestehungskosten pro Kubikmeter Gas, wie folgt:

	Nachtgas	Tagesgas
Fabrikationsspesen	Fr. 0·035	0·035
Constante allgemeine Spesen . .	» 0·002	—
Gasverluste	» 0·003	0·001
Zinsen und Amortisation zu 6%	» 0·044	0·006
Vertheilung und Controle	» 0·006	0·001
Oeffentliche Beleuchtung	» 0·023	—
Zusammen:	Fr. 0·113	0·043

Dieser, aus einer wohl unstreitig ziemlich gewagten Parallele zwischen einer Gasanstalts- und einer Theaterverwaltung hervorgegangenen Folgerung müssen wir vor Allem die Thatsache entgegen halten, daß unseres Wissens bisher nie und nirgendwo eine Gasanstalt ins Leben gerufen wurde, welcher die Bestimmung gestellt worden wäre, lediglich Gas für Beleuchtungszwecke, beziehungsweise lediglich Gas für Heiz- und motorische Zwecke zu liefern: allen Gasanstalts-Verwaltungen dürfte vielmehr ganz zweifelsohne der einzige Zweck vorschweben, möglichst viel Gas überhaupt zu erzeugen und Abnehmer dafür zu finden, wogegen es dem Consumenten allein überlassen bleiben muß, das jeweilig entnommene Gas gerade jener Verwendung zuzuführen, die ihm selbst in jedem besonderen Falle als die zweckdienlichste erscheinen mag. Dabei wird es denn voraussichtlich bei Annahme des in *Rede stehenden* Vorschlages durchaus bleiben;

ja, der auf dem Papiere bestehenden Bezeichnung diametral entgegen, wird wohl keineswegs selten der Fall eintreten, daß ein Consument, dessen ungünstig gelegene Arbeitsräume auch tagsüber beleuchtet werden müssen (wie dies namentlich in großen Bevölkerungscentren bekanntlich gar oft eintritt), mit billigem »Heizgase« sein Auskommen finden, daß dagegen ein anderer, dessen Haushaltung insbesondere Abends viel Gas benöthigt, in die wohl kaum sonderlich erquickliche Lage gerathen wird, zur Bereitung von Speisen das theurere »Beleuchtungsgas« verwenden zu müssen. Die gewählte Bezeichnung erscheint uns demnach weder in der Natur des Verkaufsobjectes, noch auch, und um so weniger, in der alltäglichen Verwendungsweise desselben irgendwie begründet.

Davon jedoch auch völlig absehend, sind wir zudem der Ansicht, daß die obige Aufstellung eines verschiedenen Preises für Tagesgas einer- und für Nachtgas andererseits auf einem principiellen Irrthum beruht. Es will uns nämlich schlechterdings nicht einleuchten, weshalb die Erzeugungskosten des Tagesgases durchaus frei sein sollen von sämmtlichen »allgemeinen Spesen«, womit hingegen das Nachtgas allein belastet erscheint. Denn, will man diese Auslagen ohneweiters streichen, dann muß man billig auch jene Factoren eliminiren, welche dieselben verursachen: eliminirt man aber eben diese Factoren, dann muß man ganz nothwendig zugestehen, daß dieselben überhaupt entbehrlich gewesen. Da wir nun der Ueberzeugung sind, daß keine Gasanstalts-Verwaltung der Welt sich gerne dazu hergeben würde, irgendwelche Last zu tragen, wenn ihr nur die Möglichkeit geboten wäre, sich derselben ohne Schädigung des Betriebes zu entziehen, so folgern wir, daß die besagten Factoren und *im weiteren auch* die durch dieselben erwachsenden Auslagen zu

ner Kategorie von Factoren und Auslagen gerechnet werden üssen, welche nachgerade unvermeidlich sind, so zwar, daß i einem eventuellen Entfalle eben jener Factoren und dieser uslagen die Erzeugung des Gases überhaupt in keiner Weise möglicht erscheint.

Ist aber dem so, wie in der That wohl schwerlich nders, dann stellt sich die Berechnung des fraglichen Kosten-unktes keinesfalls, wie oben angeführt, sondern führt uns ierzu die nachstehende Ueberlegung: Angenommen, die Menge es für Koch-, Heiz- und motorische Zwecke zur Verwendung ommenden Gases betrage, beispielsweise, etwa 20 Prozent on der gesammten Gasabgabe, so belaufen sich (die obigen nsätze als richtig vorausgesetzt) die Gestehungskosten für je 00 Kubikmeter, und zwar:

für	80 Kbm.	Nachtgas	zu Fr. 0·113	auf	Fr. 9·04
und	20 »	Tagesgas	» » 0·043	»	» 0·86
somit	100 Kubikmeter	Leuchtgas		auf	Fr. 9·90

nithin ein Kubikmeter auf rund 10 Centimes.

Wir ersehen hieraus, daß zwar (was übrigens freilich uch ohne Rechnung leicht begreiflich ist) jede Vermehrung es Tagesconsums auch eine Verminderung der Gestehungs-osten des Gases nach sich zieht, daß es jedoch in keiner Weise gerechtfertigt erscheint, die hierdurch ermöglichte Herab-minderung des Preises zu dieser oder jener Stunde des Tages llein eintreten zu lassen, vielmehr die Forderung erhoben verden muß, daß eine solche Preisermäßigung, wenn über-haupt billig, doch nur mit Rücksicht auf die gesammte Gas-abgabe erfolge. Wenn aber dessen ungeachtet Wybauw der Anschauung huldigt, daß »das Tagesgas in der That gar nichts kostet, als die bloßen Auslagen für die Rohmaterialien

ja, der auf dem Papiere bestehenden Bezeichnung diametral entgegen, wird wohl keineswegs selten der Fall eintreten, daß ein Consument, dessen ungünstig gelegene Arbeitsräume auch tagsüber beleuchtet werden müssen (wie dies namentlich in großen Bevölkerungscentren bekanntlich gar oft eintritt), mit billigem »Heizgase« sein Auskommen finden, daß dagegen ein anderer, dessen Haushaltung insbesondere Abends viel Gas benöthigt, in die wohl kaum sonderlich erquickliche Lage gerathen wird, zur Bereitung von Speisen das theurere »Beleuchtungsgas« verwenden zu müssen. Die gewählte Bezeichnung erscheint uns demnach weder in der Natur des Verkaufsobjectes, noch auch, und um so weniger, in der alltäglichen Verwendungsweise desselben irgendwie begründet.

Davon jedoch auch völlig absehend, sind wir zudem der Ansicht, daß die obige Aufstellung eines verschiedenen Preises für Tagesgas einer- und für Nachtgas andererseits auf einem principiellen Irrthum beruht. Es will uns nämlich schlechterdings nicht einleuchten, weshalb die Erzeugungskosten des Tagesgases durchaus frei sein sollen von sämmtlichen »allgemeinen Spesen«, womit hingegen das Nachtgas allein belastet erscheint. Denn, will man diese Auslagen ohneweiters streichen, dann muß man billig auch jene Factoren eliminiren, welche dieselben verursachen: eliminirt man aber eben diese Factoren, dann muß man ganz nothwendig zugestehen, daß dieselben überhaupt entbehrlich gewesen. Da wir nun der Ueberzeugung sind, daß keine Gasanstalts-Verwaltung der Welt sich gerne dazu hergeben würde, irgendwelche Last zu tragen, wenn ihr nur die Möglichkeit geboten wäre, sich derselben ohne Schädigung des Betriebes zu entziehen, so folgern wir, daß die besagten Factoren und im ren auch die durch dieselben erwachsenden Auslagen zu

jener Kategorie von Factoren und Auslagen gerechnet werden müssen, welche nachgerade unvermeidlich sind, so zwar, daß bei einem eventuellen Entfalle eben jener Factoren und dieser Auslagen die Erzeugung des Gases überhaupt in keiner Weise ermöglicht erscheint.

Ist aber dem so, wie in der That wohl schwerlich anders, dann stellt sich die Berechnung des fraglichen Kostenpunktes keinesfalls, wie oben angeführt, sondern führt uns hierzu die nachstehende Ueberlegung: Angenommen, die Menge des für Koch-, Heiz- und motorische Zwecke zur Verwendung kommenden Gases betrage, beispielsweise, etwa 20 Prozent von der gesammten Gasabgabe, so belaufen sich (die obigen Ansätze als richtig vorausgesetzt) die Gestehungskosten für je 100 Kubikmeter, und zwar:

für	80 Kbm.	Nachtgas zu Fr. 0·113	auf	Fr. 9·04
und	20 »	Tagesgas » » 0·043	»	» 0·86
somit	100	Kubikmeter Leuchtgas	auf	Fr. 9·90

mithin ein Kubikmeter auf rund 10 Centimes.

Wir ersehen hieraus, daß zwar (was übrigens freilich auch ohne Rechnung leicht begreiflich ist) jede Vermehrung des Tagesconsums auch eine Verminderung der Gestehungskosten des Gases nach sich zieht, daß es jedoch in keiner Weise gerechtfertigt erscheint, die hierdurch ermöglichte Herabminderung des Preises zu dieser oder jener Stunde des Tages allein eintreten zu lassen, vielmehr die Forderung erhoben werden muß, daß eine solche Preisermäßigung, wenn überhaupt billig, doch nur mit Rücksicht auf die gesammte Gasabgabe erfolge. Wenn aber dessen ungeachtet Wybauw der Anschauung huldigt, daß »das Tagesgas in der That gar nichts kostet, als die bloßen Auslagen für die Rohmaterialien

bis dahin benützten Lichtquellen auch fernerhin verwenden, wie auch der Fall, daß gleichzeitig mit dem Tagesconsum auch der Nachtconsum eine wesentliche Zunahme erfährt. Im letzteren Falle würde nun voraussichtlich die Nothwendigkeit eintreten, eine ganze Anlage entsprechend vergrößern zu müssen; trifft dagegen die erstere Annahme zu, dann haben wir es eben wieder genau mit den nämlichen Uebelständen (wenn dies überhaupt solche sind) zu thun, die Wybauw heute beklagt, mit dem einzigen Unterschiede jedoch, daß hierbei lediglich der Zeitpunkt der größeren Inanspruchnahme verschoben, d. h. von den Nacht- auf die Tagesstunden verlegt würde. Die Sicherung einer jederzeit constant bleibenden Gasabgabe bleibt demnach in beiden Fällen so gut wie durchaus ausgeschlossen; dies rechtfertigt indeß bei weitem nicht die Anschauung, als hätte man es mit »nutzlos dastehenden Installationen« zu thun, denn die Größe derselben muß unter allen Umständen, soll das Unternehmen seine Existenzberechtigung behaupten können, von vornherein derart gewählt werden, daß das Gaswerk nicht nur zufällig sich ergebenden und kurz andauernden, sondern auch bleibenden Mehrleistungen auf Jahre hinaus gewachsen sei. Daß bei der ersten Einführung der Gasbeleuchtung in dieser Beziehung arge Mißgriffe gethan wurden, ist wohl verzeihlich; heute aber würde man gewiß berechtigt sein, mit Dr. Schilling hierüber nicht nur »lächelnd zu staunen«, sondern man würde derlei Vorkommnisse nachgerade einfach nicht mehr begreifen können.

Auf den letzten der angeführten Vortheile übergehend, theilen wir zwar mit Wybauw voll und ganz die Erwartung, daß in Folge der größeren Einbürgerung der Gas*heizung* der Gasconsum sich sehr bedeutend erhöhen dürfte;

wir vermögen indeß vorweg nicht einzusehen, daß eine solche Steigerung jenen pecuniären Erfolg bewirken könne, den sich der genannte Antragsteller schon dermalen hieraus verspricht, indem er behauptet: »Durch die Abgabe des Tagesgases zur Hälfte des Preises, den wir für das Beleuchtungsgas fordern, erhält die Verwendung guter Gas-Heizapparate eine mächtige Förderung; in Folge dessen nimmt das Kochen und Heizen mit Gas von Tag zu Tag in beträchtlicher Weise zu und wir hoffen, daß binnen kurzer Zeit die Menge des tagsüber abgegebenen Gases jene des Nachtgases ganz und gar erreichen wird, so daß die Kohlen und der Coks von dem Haushalte völlig verschwinden werden.«

Die hier ausgesprochene Erwartung ist denn auch, zum Theil wenigstens, in Brüssel bereits im ersten Versuchsjahre in Erfüllung gegangen. Am Ende jenes Jahres belief sich nämlich die Anzahl der aufgestellten Zwillings-Gasmesser auf 941; hiervon kamen 179 bei neuen Abonnenten zur Verwendung, so daß gefolgert werden kann, daß diese Abonnenten lediglich durch den reducirten Gaspreis gewonnen wurden. In Folge dessen ergab sich denn auch eine namhafte Vermehrung des Tagesconsums während der Tageszeit: derselbe hatte im vorangegangenen Jahre nur 1,520.980 Kubikmeter betragen und war im ersten Versuchsjahre auf 1,748.212 Kubikmeter gestiegen, so daß nach Abzug der eingetretenen Gasverluste sich die erzielte Steigerung des Tagesconsums mit rund 41 Prozent beziffert. Zudem ist hierbei in Betracht zu ziehen, daß diese Consumsteigerung namentlich bei Privaten stattfand und daß dieselbe hauptsächlich in die Sommermonate fiel, in jenen Zeitraum also, der sonst für die Gasfabriken sich als der verhältnißmäßig ungünstigste herausstellt.

Wie stand es aber dennoch um die angehoffte Steigerung der Einnahmen? In seinem diesbezüglichen Berichte giebt Wybauw selbst zu, daß, während er

die Einnahmen mit	Fr. 4,500.000
die Ausgaben mit	» 2,400.000
mithin den Reingewinn mit	Fr. 2,100.000

präliminirt hatte, sich dieser letztere in

der That blos auf	Fr. 2,010.421
belief, so daß sich ein Ausfall von . .	Fr. 89.579

ergab, für dessen Deckung anderweitig gesorgt werden mußte.

Es ist dies denn auch leicht begreiflich, wenn man die Sache einer ganz allgemeinen mathematischen Betrachtung unterzieht. Bezeichnet man nämlich mit P den ursprünglichen Gaspreis pro Volumseinheit und mit K die Gestehungskosten desselben, so kann das Reinerträgniß pro 100 Kubikmeter durch 100 (P — K) ausgedrückt werden. Nimmt man nun an, daß eine gewisse Menge T dieses Gases zum Preise von $\frac{P}{2}$ als Tagesgas abgegeben wird, so ist es klar, daß die frühere Einnahme offenbar nur in dem Falle fortan erzielt werden kann, wenn die Gasabgabe eine Zunahme Z erfährt, welche der Gleichung entspricht:

$$(100 - T)(P - K) + (T + Z)\left(\frac{P}{2} - K\right) = 100(P - K)$$

oder
$$T(P - K) = (T + Z)\left(\frac{P}{2} - K\right)$$

oder
$$\frac{T + Z}{T} = \frac{P - K}{\frac{P}{2} - K}.$$

Setzt man nun in diese Gleichung die für die Gestehungskosten von Wybauw selbst angeführten Zahlenwerthe ein, so ergiebt sich:

$$\frac{T+Z}{T} = \frac{20-11}{10-4} = \frac{9}{6} = 1 \cdot 5$$

und daraus: $T = 2\,Z.$

Das heißt: Es kommt in Beziehung auf die Höhe der reinen Einnahme völlig auf das Nämliche hinaus, ob man 100 Kubikmeter Gas zum einheitlichen Preise von Fr. 0·20, oder aber 80 Kubikmeter zu Fr. 0·20 und 40 Kubikmeter zu Fr. 0·10 abgiebt.

Angesichts dieses Ergebnisses wirft sich nun gewissermaßen von selbst die Frage auf: Angenommen, daß eine Gasanstalt, deren Jahresconsum für private Gasconsumenten sich auf 50 Millionen Kubikmeter beläuft, eine Preisreduction von 10 auf 5 Kreuzer pro Kubikmeter eintreten läßt, um solcherart die Verwendung des Tagesgases zu heben; nach Ablauf welchen Zeitraumes wird das angestrebte Ziel bezüglich des gleichen Consums an Tages- und Nachtgas erreicht werden und welches Reinerträgniß wird hieraus der betreffenden Verwaltung in dem Falle resultiren, wenn der Tagesconsum im ersten Jahre nach erfolgter Einführung der neuen Verrechnungsart selbst 50 Prozent von jenem des Vorjahres beträgt und in den darauffolgenden Jahren stets um je fünf Millionen sich steigert?

Diese Frage beantwortet sich wie folgt: Die bisherige Gasabgabe in der angenommenen Höhe von 50 Millionen Kubikmeter repräsentirt in unserem Falle einen Geldwerth von 5 Millionen Gulden. Von dieser Gasmenge entfällt nach der Voraussetzung Wybauw's ein Fünftel, das ist 10 Mil-

lionen Kubikmeter auf den Tagesverbrauch, wogegen die restlichen 40 Millionen für Zwecke der Beleuchtung verwendet werden. Die Einnahmen nach Einführung der neuen Verrechnungsart stellen sich demnach folgendermaßen:

Erstes Jahr:

Nachtgas	40 Mill. Kbm.	à 10 kr.	fl.	4,000.000
Tagesgas	15 » »	à 5 »	»	0,750.000
Zusammen	55 Mill. Kbm.	. . . .	fl.	4,750.000

Zweites Jahr:

Nachtgas	40 Mill. Kbm.	à 10 kr.	fl.	4,000.000
Tagesgas	20 » »	à 5 »	»	1,000.000
Zusammen	60 Mill. Kbm.	. . . .	fl.	5,000.000

Drittes Jahr:

Nachtgas	40 Mill. Kbm.	à 10 kr.	fl.	4,000.000
Tagesgas	25 » »	à 5 »	»	1,250.000
Zusammen	65 Mill. Kbm.	. . . .	fl.	5,250.000

Viertes Jahr:

Nachtgas	40 Mill. Kbm.	à 10 kr.	fl.	4,000.000
Tagesgas	30 » »	à 5 »	»	1,500.000
Zusammen	70 Mill. Kbm.	. . . .	fl.	5,500.000

Fünftes Jahr:

Nachtgas	40 Mill. Kbm.	à 10 kr.	fl.	4,000.000
Tagesgas	35 » »	à 5 »	»	1,750.000
Zusammen	75 Mill. Kbm.	. . . .	fl.	5,750.000

Sechstes Jahr:

Nachtgas	40	Mill. Kbm.	à	10	kr.	fl. 4,000.000
Tagesgas	40	» »	à	5	»	» 2,000.000
Zusammen	80	Mill. Kbm. .	.	.	.	fl. 6,000.000

Es folgt hieraus, daß am Schlusse des ersten Jahres trotz der Steigerung des Consums um 5 Millionen Kubikmeter sich in den Einnahmen ein Ausfall von fl. 250.000 ergiebt, dessen Last (auch völlig absehend von den darauf erwachsenden Zinsen) sich in gleicher Höhe auf das Erträgniß des zweiten Jahres überwälzt und erst am Schlusse des dritten Jahres durch die gleiche Mehreinnahme dieser Periode ausgeglichen wird: wir stehen somit nach Ablauf von vollen drei Jahren genau an der nämlichen Stelle, wo wir auch vor Einführung der neuen Verrechnungsart gestanden, so daß ein Opfer von 15 Millionen Kubikmeter Gas einzig nur dem Zwecke gebracht werden mußte, um die Möglichkeit zu schaffen, aus der fraglichen Maßnahme überhaupt einen Vortheil ziehen zu können. Dieser Vortheil beziffert sich zwar nach weiteren drei Jahren mit 1 Million Gulden; dafür mußte aber auch die ursprüngliche Production verdoppelt werden, so daß der nunmehrige effective Gaspreis durchschnittlich nur noch 60 : 8 = 7·5 Kreuzer beträgt, dieser also eine thatsächliche Reduction in der Höhe von 2·5 Kreuzer pro Kubikmeter erfahren hat. Angesichts dieser sehr bedeutenden Reduction liegt aber gewiß nichts näher, als die Frage: Wozu denn complicirte Verrechnungsarten und kostspielige neue Gasmesser überhaupt? Man reducire den jetzigen Gaspreis von vornherein, ohne sich um dessen Verwendungsweise zu kümmern, und man wird dadurch dem Pu-

blicum einen Leucht-, Heiz- und Kraftstoff bieten, mit dessen Preise keine andere Licht-, Wärme- oder Kraftquelle zu concurriren vermag, so daß die angestrebte Steigerung des Absatzes an jenem Stoffe mit vollster Gewißheit vorausgesagt werden kann.

XXVIII.

Bestandtheile der Anlage.

Den vorstehenden Ausführungen gemäß braucht sich der Installateur bei Ermittelung der auf die Größe der zu schaffenden Anlage bezughabenden Verhältnisse also weder von dem Hinblicke auf die allenfalls dereinst mögliche Einführung einer neuen Gasart, noch von jenem auf die an einzelnen Orten vorerst nur versuchsweise erfolgte Verwendung von Meßinstrumenten behindern zu lassen, welche den Tages- und den Nachtconsum getrennt von einander registriren. Er kann vielmehr völlig getrost seine Aufgabe darauf beschränken, die Größe der fraglichen Anlage in der Weise zu ermitteln, daß er unter Beibehaltung der heute allgemein üblichen Gasmesser und bei Benützung des gewöhnlichen Leuchtgases vor Allem die Größe und Anzahl jener Vorrichtungen feststellt, welche auf Grund der diesbezüglich durchgeführten Untersuchung mit Bestimmtheit im Stande sind, dem jeweiligen Licht-, Wärme- und Kraftbedürfnisse zu genügen, und hierauf diejenige Gasmenge sich ausrechnet, welche eben jene Vor-

richtungen in ihrer Gesammtheit innerhalb der Zeiteinheit erhalten müssen, damit jede einzelne derselben in der von ihrer eigenartigen Construction verlangten Weise functioniren könne. Diese Größe ist, selbstverständlich, in jedem speciellen Falle eine andere; unabhängig davon erscheinen hingegen bei jeder Anlage gewisse allgemeine Bestandtheile, die wir nun nachfolgend in Kürze besprechen wollen.

a) Gasmesser.

Die Verbindung des Straßenrohrnetzes mit der herzustellenden privaten Gasanlage fällt, wie bereits an anderer Stelle erörtert, in den ausschließlichen Wirkungskreis der betreffenden Gasunternehmung, so daß die Arbeit des Installateurs erst mit der Bestimmung der Größe des Gasmessers und mit der Controle bezüglich der richtigen Aufstellung desselben beginnt.

In letzterer Beziehung begnügen wir uns damit, an die in einem früheren Abschnitte ausführlich beschriebene Einrichtung des Gasmessers lediglich zu dem Ende zu erinnern, um neuerdings den Umstand zu betonen, daß die richtige Wirkungsweise dieses einmal ämtlich geaichten Instrumentes vor Allem von seiner richtigen, d. i. absolut horizontalen Lage abhängt.

Aber auch die Wahl des Ortes, wo der Gasmesser seine Aufstellung erhalten soll, spielt hierbei eine Rolle von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Klagen über offenkundig zu großen Gasverbrauch von Gasmotoren haben nämlich in der jüngsten Zeit der technologischen Versuchsstation am bayerischen Gewerbe-Museum zu München Veranlassung gegeben, eine Reihe von Untersuchungen zu dem Ende durch-

zuführen, um den Einfluß zu ermitteln, welche allfällige Temperaturänderungen auf die Wirkungsweise des Gasmessers nach der fraglichen Richtung hin etwa auszuüben vermögen. Zu diesem Behufe wurde ein einpferdiger Gasmotor auf seine Gasverbrauchsfähigkeit genau geprüft: derselbe zeigte einen thatsächlichen Gasconsum von 1300 Liter pro Stunde und Pferdekraft, während der normale Gasverbrauch desselben den vor seiner Aufstellung gepflogenen Erhebungen zufolge 1000 Liter nicht wesentlich überschreiten sollte. Bei der Erwägung der überhaupt möglichen Ursachen eines so bedeutenden Mehrverbrauchs an Gas fand es sich nun, daß der betreffende Gasmesser in einem Raume aufgestellt war, dessen durchschnittliche Temperatur 25 Grad Celsius betrug; das Barometer aber zeigte einen Stand von 730 Mm. Im Hinblicke auf diese Wahrnehmung wurde nunmehr auf Grund des an anderer Stelle von uns erörterten Gay-Lussac'schen Gesetzes das verbrauchte Gasquantum auf 12 Grad und 760 Mm. Barometerstand reducirt, wobei sich dann ein ziemlich normaler Gasverbrauch (1183 Liter pro Stunde und Pferdekraft) ergab.

Schon dieser einfache Fall, dessen eminent praktische Tragweite gewiß Jedermann ohneweiters einleuchtet, zeigt wohl zur Genüge, daß es in Beziehung auf den Gasconsum (selbstverständlich ganz einerlei, ob derselbe bei Gasbeleuchtungs-, Heizungs- oder Motoren-Anlagen in Betracht kommt) durchaus nicht gleichgiltig ist, ob der Gasmesser in einem kalten oder in einem warmen Raume seine Aufstellung findet. Um so klarer dürfte sich aber die Größe der sich hierbei ergebenden Verluste in dem Falle darstellen, wobei es sich um größere Verhältnisse handelt. Angenommen nämlich, eine zwölfpferdige Gasmaschine mit täglich zehnstündigem Betriebe consumire,

wenn der betreffende Gasmesser in einem 25 Grad Celsius warmen Fabriksraume aufgestellt ist, in 300 Arbeitstagen etwa 30.000 Kubikmeter Gas, so hat diese nicht überlegte Wahl des Ortes an und für sich einen Mehrverbrauch von beiläufig 2000 Kubikmeter pro Jahr in dem Falle zur nothwendigen Folge, sobald die Möglichkeit vorliegen sollte, eben jenen Gasmesser in einem Raume von etwa 8 Grad mittlerer Temperatur aufstellen zu können. Beträgt aber in diesem Falle der Preis des Gases zehn Kreuzer pro Kubikmeter, so haben wir es mit einer völlig nutzlosen Ausgabe von 200 Gulden zu thun, welche der Gasanstalt auf Kosten des Gasconsumenten jährlich zugute kommen. Wir folgern hieraus: Es ist im Interesse des Gasconsumenten gelegen, daß der Gasmesser an einem möglichst kühlen, selbstverständlich immerhin frostfreien Platze seine Aufstellung erhält.

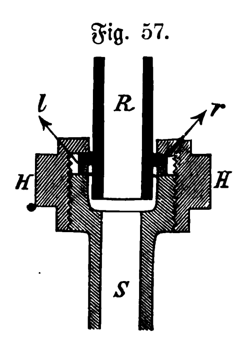
Was aber die Größe des Gasmessers betrifft, so ist unter allen Umständen an dem Grundsatze festzuhalten, daß das in Rede stehende Instrument niemals mehr, denn im Maximum 120 Trommel-Umdrehungen pro Stunde aufweisen darf, da jede nach dieser Richtung hin allenfalls versuchte Ersparniß die gewünschte Beständigkeit der damit zusammenhängenden Flammen aus dem Grunde durchaus unmöglich macht, weil eine raschere Bewegung der Trommel das Niveau der Sperrflüssigkeit sturmartig bewegt und dadurch den durchziehenden Gasstrom fortwährenden Erschütterungen aussetzt, welche, naturgemäß bis zur Flamme sich fortpflanzend, diese zum Zucken veranlassen.

Die Hauptdimensionen und Preise der üblichen Gasmesser können aus der folgenden Tabelle entnommen werden.

Flammenzahl	Inhalt der Trommel in Litern	Durchlaßvolumen pro Stunde in Kub.-Met.	Durchmesser des Gehäuses in mm.	Tiefe des Gehäuses in mm.	Durchmesser des Ein- und Ausganges in mm.	Gewicht in Kilogramm	Preis in fl. ö. W.	Aichgebühr in fl. ö. W.
3	3·57	0·50	264	230	15	5·6	21·—	1·10
5	7·14	0·80	343	250	18	8·0	25·—	1·40
10	14·28	1·50	405	330	25	12·5	34·—	2·—
20	28·57	2·80	483	410	32	19·5	47·—	2·60
30	41·67	4·00	548	450	40	25·5	63·—	3·20
50	55·56	5·50	614	505	45	35·0	81·—	3·80
60	83·33	8.00	659	625	48	44·5	105·—	4·40
80	111·11	11·00	710	700	52	59·0	135·—	5·—
100	142·86	14·00	780	750	56	73·5	170·—	5·—
150	210·50	20·00	857	890	60	100·0	250·—	6·20

Unmittelbar vor dem Gasmesser ist ein aus Messing gefertigter Haupthahn mit beiderseits innerem Gewinde in die Leitung einzuschalten, um sich dadurch die Möglichkeit offen zu halten, den einmal schadhaft gewordenen Apparat jederzeit leicht auswechseln zu können.

Fig. 57.



Zu diesem letzteren Zwecke sind der Ein- und Ausgang des Gasmessers (Fig. 57) mit je einem Messingstutzen S versehen. Die jederzeit leicht lösbare Verbindung zwischen diesem und dem Leitungsrohre R wird in der aus der Nebenfigur wohl von selbst sich ergebenden Weise mittelst des sogenannten »Holländers« H dadurch hergestellt, daß man diesen unter Zuhilfenahme eines Schraubenschlüssels so lange mehr und mehr anzieht, bis der an dem Eisenrohre angebrachte Ring r den Lederring l an den besagten Stutzen dicht anpreßt.

b) Leitung und deren Verbindungsstücke.

Die Hauptleitung wird durch Verbindung von schmiede-
sernen Röhren hergestellt, welche gewöhnlich eine Länge von
5 bis 3·6 Mtr. aufweisen und an beiden Enden mit Ge-
inden versehen sind. Die besagte Verbindung zwischen zwei
lchen Rohrstücken (Fig. 58) wird nun in der Weise bewerk-
:lligt, daß man das Gewinde einölt, in dessen Schrauben-
ıng einen in Mennige getränkten Flachsfaden einlegt und
ırüber etwa in der Tiefe des Rohrdurchmessers einen weiteren,
.it innerem Gewinde versehenen Eisenring (»Muffe« genannt)
ufschraubt, in welchen sodann das zweite Rohrstück ganz in
er nämlichen Weise eingeschraubt wird.

Die Größe des hierbei in Betracht kommenden Gewindes
»Gasgewinde« genannt) wird nach dem lichten Durchmesser
es betreffenden Rohres bemessen.

Die Dimensionen und Gewichte der üblichen Gasleitungs-
röhren sind in der nachstehenden Tabelle enthalten:

Aeußerer Durchmesser		Innerer Durchmesser (»Gasgewinde«)		Gewicht per lauf. Meter in Kgr.
Zoll	Millim.	Zoll	Millim.	
1/2	12·5	1/4	6·0	0·70
5/8	16·0	3/8	9·5	0·82
13/16	20·0	1/2	12·5	1·02
27/32	23·5	5/8	16·0	1·20
1 1/32	26·5	3/4	19·0	1·85
1 5/61	33·0	1	25·5	2·79
1 5/8	41·0	1 1/4	32·0	3·94
1 27/32	48·0	1 1/2	38·0	5·33
2 11/32	60·0	2	51·0	6·40

Die solcherart mit einander verbundenen Rohrstücke können, wie von selbst klar, nach erfolgter Fertigstellung der Leitung nur dadurch von einander wieder getrennt werden, daß man die Leitung an irgend einer Stelle durchsägt und die betreffenden beiden Rohrtheile aus den zugehörigen Muffen herausschraubt. Diese zeitraubende Arbeit kann indeß leicht dadurch vermieden werden, indem man einzelne Strecken der

Fig. 58.

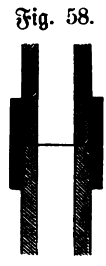
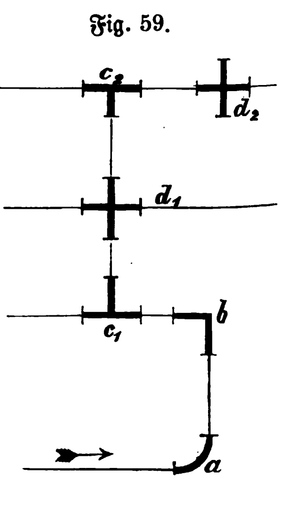


Fig. 59.



Leitung mit einem sogenannten »Langgewinde« versieht. Man schneidet zu dem Ende in eines der Rohre ein Gewinde ein, dessen Länge etwas mehr als die ganze Höhe der darüber zu schraubenden Muffe beträgt. Tritt nun in diesem Falle die Nothwendigkeit ein, das in Rede stehende Rohrstück aus der Leitung herausnehmen zu müssen, so hat man nichts Anderes zu thun, als die besagte Muffe über das Langgewinde zurückzuschieben, wodurch die Verbindung zwischen den beiden bis dahin unmittelbar an einander stoßenden Rohrstücken gelöst wird, worauf man das fragliche Rohrstück an seinem entgegengesetzten Ende aus der betreffenden Muffe einfach herausschrauben kann.

Zur Herstellung von je nach der Lage der zu beleuchtenden Objecte als nothwendig sich ergebenden Abzweigungen von der Hauptrichtung der Leitung bedient man sich verschiedener Verbindungsstücke (Fig. 59) und zwar:

1. des geraden oder stumpfen Bogens (a) für Abzweigungen unter einem bestimmten Winkel;

2. des Kniestückes (b) bei scharfen Biegungen in dem Falle, wobei aus ästhetischen oder anderen Rücksichten die Benützung von Bögen vermieden werden muß;

3. des T-stückes (c) in dem Falle, wobei (c_1) an einem beliebigen Zwischenpunkte der horizontalen Leitung eine einzige verticale Abzweigung, oder aber (c_2) an dem Endpunkte einer verticalen Leitung eine zweifache horizontale Abzweigung bewirkt werden soll;

4. des Kreuzstückes (d) in dem Falle, wobei an einem beliebigen Punkte der Leitung in horizontaler (d_1), oder in verticaler Richtung (d_2), jedesmal aber zweifach nach entgegengesetzter Seite hin abgezweigt werden soll.

c) Beleuchtungskörper und deren Verbindungen.

Die an anderer Stelle beschriebenen Brenner müssen, um zur Beleuchtung von Wohnräumen dienen zu können, durch eigene Vorrichtungen mit der Gasleitung verbunden werden. Die Art dieses Anschlusses nun kann eine zweifache sein: es kann sich nämlich entweder darum handeln, die fragliche Verbindung von einer der Wände der betreffenden Räumlichkeit, oder aber von der Decke derselben aus zu bewirken.

Im ersteren Falle wird dies dadurch erreicht, indem man die gegebene Gasleitung bis zu der verlangten Höhe

längs der betreffenden Wand nach abwärts führt und darin an dieser Stelle einen Messingkörper (»Wandscheibe« genannt) einschraubt, welcher (Fig. 60) einerseits eine entsprechend breite Basis besitzen muß, um auf einer in der Wand mit Gyps befestigten Holz-Unterlagsscheibe mittelst Schrauben festgehalten werden zu können, andererseits einen vorspringenden Ansatz erhält, der, je nach der besonderen Bestimmung desselben, einen oder mehrere Schlauchmundstücke, eine oder mehrere Muffen, einen oder mehrere Löthstutzen trägt, wobei

Fig. 60. Fig. 61. Fig. 62.



immer (Fig. 61) zwischen jenem Ansatze und dem betreffenden Endstücke ein Absperrhahn eingeschaltet werden muß.

Bei dieser Anordnung bleibt nun das besagte Endstück, folglich auch die damit in Verbindung stehende Flamme, in räumlicher Beziehung unbeweglich. Soll sich dieselbe dagegen auf einer horizontalen Ebene im Kreise drehen können, so muß (Fig. 62) das besagte Endstück noch mit einem Kniegelenk versehen werden, dessen verticale Achse durch eine hinter dem Absperrhahne anzubringende fixe, oben und unten abgeplattete Kugel hindurchführt und mit derselben mittelst kleiner Metallscheibchen dicht verbunden wird.

Hat aber die in Rede stehende Abzweigung von der Decke aus, also in verticaler Richtung nach abwärts, zu erfolgen, so muß die betreffende Leitung zunächst wieder in eine der zuvor beschriebenen Wandscheibe ähnliche Scheibe (»Deckenscheibe« genannt) ausmünden. Mit Rücksicht auf die jeweilig verlangte größere oder geringere Beweglichkeit des damit verbundenen, gewöhnlich aus Messing hergestellten Lampenrohres sind jedoch hierbei folgende vier Fälle möglich, und zwar:

1. das besagte Rohr bleibt nach jeder Richtung hin durchaus unbeweglich: in diesem Falle wird dasselbe in die Muffe eines kurzen Gußstückes (»Rohrschraube« genannt) eingelöthet, welches in den vorspringenden Zapfen der Deckenscheibe eingeschraubt wird;

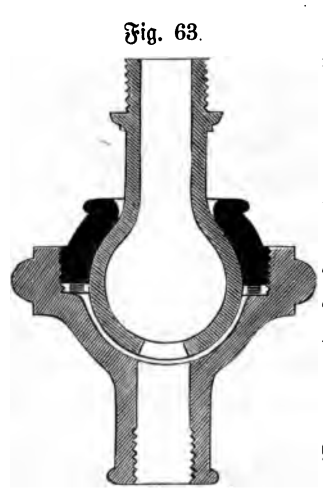
2. das Lampenrohr soll sich auf einer horizontalen Ebene im Kreise drehen können: zu dem Ende muß dasselbe in ein Deckengelenk eingeschraubt werden, welches sich von dem in Fig. 62 dargestellten Wandgelenke nur dadurch unterscheidet, daß zwischen demselben und der Deckenscheibe kein Hahn angebracht ist;

3. das Lampenrohr soll sich auch im verticalen Sinne bewegen können: zu diesem Zwecke muß dasselbe in ein entsprechend weiteres Rohr (»Zugrohr« genannt) gesteckt und der sich hierbei zwischen den beiden Rohren ergebende Zwischenraum entweder mit einer gut abdichtenden Stopfbüchse, oder mittelst Wasserverschlusses nach außen hin abgeschlossen werden;

4. das Lampenrohr soll sich um seine eigene Achse drehen können: in diesem Falle wird dasselbe in ein sogenanntes »Kugelgelenk« eingeschraubt, dessen Einrichtung aus der umstehenden Zeichnung (Fig. 63) wohl ersichtlich ist.

Nicht minder klar wird es andererseits aber auch erscheinen, daß gerade an dieser Stelle die betreffende Anlage der, wie die Erfahrung lehrt, größten Gefährdung unterliegt. Denn es ist leider nichts weniger denn ein seltener Fall, daß durch fahrlässiges Anschrauben der Wendkugel, durch Festsetzen der beweglichen Theile derselben in Folge längeren Nichtgebrauchs, durch zweckwidriges (linksseitiges) Drehen der Beleuchtungsvorrichtung u. dgl. m. sich die in Rede stehende Wendkugel von der Deckenscheibe, oder aber das Lampenrohr von der Wendkugel, oder endlich auch eines der Theile dieser letzteren selbst von den übrigen Theilen losschraubt, wodurch, sei es Folge von Gasausströmungen, sei es wieder beim Herabfallen des betreffenden Objectes, leicht Unglücksfälle entstehen können.

Fig. 63.



Um nun diesen zu begegnen, hat in jüngster Zeit C. Gehring, Ingenieur der Gaswerke in Budapest, eine sehr sinnreiche und zweckmäßige Vorrichtung construirt, deren Anwendung sich insbesondere dort empfiehlt, wo schwere Gaslüster oder Intensivlampen zu befestigen sind. Diese Vorrichtung besteht im Wesentlichen darin, daß an der Deckenscheibe, außer dem inneren rechten Gewinde zum Anschrauben der Wendkugel, noch ein äußeres linkes Gewinde angebracht ist, dazu bestimmt, eine Contramutter aufzunehmen, so zwar, ıß die Wendkugel, welche an dem halbrunden Mitteltheile

einen kleinen Ansatz hat, in die Deckenscheibe eingeschraubt, worauf dann die besagte Contramutter entsprechend angezogen wird. Da nun auf diese Weise die Wendkugel mit ihrem rechtsseitigen Gewinde direct auf der Deckenscheibe, die Contramutter aber mit ihrem linksseitigen Gewinde über der Wendkugel aufgeschraubt wird, so erscheint hierdurch ein unbeabsichtigtes Losschrauben der Wendkugel von der Deckenscheibe, oder eine Lockerung der einzelnen Bestandtheile dieser Verbindung aus dem Grunde vorweg ausgeschlossen, weil die besagten beiden Gewinde sich gegenseitig festhalten werden und das Ganze überdies noch durch die erwähnte Contramutter die geforderte Festigkeit erhält. Um aber bei besonders schweren Lustern auch ein allfälliges Losschrauben des Lusterrohres von der Wendkugel unmöglich zu machen, ist an dem untersten Theile dieser letzteren noch eine Sicherung dahin angebracht, daß das Lusterrohr mit einem Ringansatze versehen und mit gewöhnlichem rechtsseitigen Gewinde in den Untertheil der Wendkugel eingeschraubt wird, worauf dann noch eine Contramutter mit linksseitigem Gewinde darüber geschraubt werden kann, welche das Lusterrohr mit dem früher angeführten Ansatze der Wendkugel festhält. Indem nun auch hier ein rechts- und ein linksseitiges Gewinde gleichzeitig zur Anwendung gelangen, solcherart also ein Losschrauben des Lusterrohres gegenseitig verhindern, so erscheint durch die in Rede stehende Vorrichtung die angestrebte Sicherheit im weitesten Maße erreicht.

Das solcherart mit der Gasleitung verbundene Lampenrohr kann nun in dem Falle, wobei es sich um die Anbringung eines einzigen Brenners handelt, entweder bis zu diesem aus einem Stücke bestehen (»Pendent«), oder aber aus zwei Theilen gebildet werden, welche, oben von einem gemein-

schaftlichen Vertheilungskörper ausgehend und eine »Lyra« bildend, sich unten wieder in einem Körper vereinigen, welch' letzterer den fraglichen Körper zu tragen hat. In diesem Falle kann der Absperrhahn in dem besagten unteren Körper selbst, oder auch knapp unterhalb des Brenners angebracht werden. Bei Lampen (Fig. 64) dagegen, welche mehrere Brenner zu tragen haben, muß jeder Arm derselben für sich abschließbar sein.

Fig. 64.



d) Ventilation von mit Gas beleuchteten Räumen.

Bei der Erörterung des Leuchtgases als Wärmequelle wurde bereits darauf hingewiesen, daß die angeblich nachtheilige Eigenschaft der Leuchtgasflamme, neben des Lichtes auch eine große Wärmemenge zu liefern, sich bei rationeller Ausnützung des gegebenen Leuchtstoffes keineswegs als ein Uebelstand darstellt, vielmehr mit großem Vortheile verwerthet werden kann. Dieser Vortheil fällt andererseits um so schwerer ins Gewicht, wenn schon bei der Ausarbeitung des betreffenden Beleuchtungsplanes entsprechende Rücksicht darauf genommen wird, die den Verbrennungsproducten innewohnende Wärme zur Herstellung einer wirksamen Ventilation des fraglichen Wohnraumes auszunützen.

Zahlreiche genaue Versuche, welche zuerst vom General Morin, später von Degen und vielen anderen Fachmännern nach dieser Richtung hin angestellt wurden, haben nämlich dargethan, daß die Leuchtgasflamme bestens geeignet ist, eine

eraus rasche Luftcirculation hervorzurufen, welche, in ratio-ller Weise verwerthet, nicht nur die sonst schädlichen, oder ch mindestens lästigen Verbrennungsproducte abführt, sondern eichzeitig auch die gegebene Räumlichkeit mit der erforder-hen frischen Luft versieht. Die Hauptergebnisse dieser Ver-che sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt:

Verbranntes Gas pro Stunde	Volumen der abgeführten Luft	pro Kbm. Gas abgeführte Luft
200 Liter	380 Kbm.	1900 Kbm.
400 »	576 »	1440 »
800 »	560 »	700 »
1000 »	600 »	600 »
1200 »	600 »	500 »
1400 »	630 »	450 »

Es folgt hieraus, daß die Verbrennung eines Kubik-ters Gas durchschnittlich im Stande ist, die Wegschaffung n 500 Kubikmeter Luft zu bewirken, vorausgesetzt, daß r betreffende Abzugsschlot die nöthige Querschnittsfläche biete. letzterer Beziehung gilt der Erfahrungssatz, daß ein Quer-nitt von 100 Quadratcentimeter hinreicht, um im Mittel Kubikmeter Luft pro Stunde abzuführen, welche Leistung r die in der Praxis gewöhnlich auftretenden Verhältnisse llkommen genügt.

Will man jedoch in einem besonderen Falle die fragliche ierschnittsgröße rechnungsmäßig ermitteln, so kann man rbei wie folgt verfahren:

Bezeichnet man die Höhe des Schlotes mit h, mit s s specifische Gewicht der atmosphärischen Luft, mit s_1 jenes r Verbrennungsgase in dem Schlote, so ergiebt sich die

theoretische Geschwindigkeit v_1 dieser letzteren ganz allgemein aus der Gleichung

$$v_1 = \sqrt{2gh\left(\frac{s - s_1}{s_1}\right)}.$$

Diese Geschwindigkeit vermindert sich in Folge der Reibung in der Weise, daß, wenn man mit l die ganze Länge der Röhre, mit c den Umfang, mit a den Querschnitt derselben und mit β einen Erfahrungs-Coëfficienten bezeichnet, der obige Ausdruck in die neue Gleichung übergeht:

$$v_2 = \sqrt{2gh\left(\frac{s - s_1}{s_1}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{2g\beta cl}{a}}},$$

worin der Werth von $2g\beta$ für rauhe Röhren im Mittel $= 0{\cdot}5$ angenommen werden kann. Aus dieser Formel ersieht man, daß die Differenz der specifischen Gewichte entscheidend ist für die in Rede stehende Geschwindigkeit; da nun diese Differenz hauptsächlich von der verschiedenen Temperatur abhängig ist, so kann man hierin statt $\frac{s - s_1}{s_1}$ auch setzen:

$$\frac{1 + 0{\cdot}00366\,(t^1 - t)}{1 + 0{\cdot}00366\,t},$$

wobei t die äußere, t^1 die innere Temperatur bedeutet und die Zahl 0·00366 die Volumszunahme für jeden Grad Celsius darstellt. Je höher also die Temperatur der Verbrennungsgase im Abzugsschlote ist, desto geringer kann bei gegebener Höhe sein Querschnitt sein, und umgekehrt.

Noch einfacher gestaltet sich die bezügliche Rechnung, wenn man derselben die hiefür von Péclet abgeleitete Formel zu Grunde legt. Um den hierbei einzuschlagenden Weg an einem praktischen Beispiele darzulegen, nehmen wir an, es

handle sich um die Ventilation eines Raumes, welcher bei 5 Meter Breite und 5 Meter Höhe eine Tiefe von 10 Meter besitzt, und zwar in der Weise, daß bei Annahme eines einmaligen Luftwechsels pro Stunde die Temperatur des gegebenen Raumes $t = 15^0$ nicht überschritten wird, während die äußere Temperatur $\theta = 10^0$ beträgt. Dieser Bedingung entsprechend müssen also, da der fragliche Raum 250 Kbm. faßt, rund 70 Liter Luft pro Secunde abgeführt werden, deren Temperatur t^1 etwa 25^0 betragen soll.

Die betreffende Formel lautet:

$$V = \frac{0{\cdot}268}{1 + \alpha T} \cdot \sqrt{H (T - \theta)}.$$

Im vorliegenden Falle ist aber:

$$T = t + t^1 = 15 + 25 = 40^0$$

$$\text{mithin } V = \frac{0{\cdot}268}{1 + 0{\cdot}00367 \times 40} \cdot \sqrt{5 (40 - 10)},$$

woraus folgt: $V = 2{\cdot}81$.

Diese theoretische Geschwindigkeit muß nun in der Praxis auf zwei Meter reducirt werden. Bezeichnen wir demnach mit K den bezüglichen Reductions-Coëfficienten und mit v die praktisch zulässige Geschwindigkeit, so erhalten wir: $V = K v$ und daraus:

$$K = \frac{V}{v} = \frac{2}{2{\cdot}81} = 0{\cdot}71.$$

Es ist aber nach Péclet:

$$K = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{M l}{d}}},$$

worin für die gewöhnlichen Schlote $M = 0{\cdot}045$ gesetzt werden kann und $\frac{l}{d}$ das Verhältniß zwischen der Länge des Abzugs-

schlotes und dem Durchmesser desselben bedeutet. Aus dem vorstehenden Ausdrucke ergiebt sich also:

$$d = \frac{K^2 M l}{1 - K^2}$$

und in unserem Falle der gesuchte Werth:

$$d = \frac{0{\cdot}71^2 \times 0{\cdot}045 \times 5}{1 - 0{\cdot}71^2} = 0{\cdot}22 \text{ Meter.}$$

Es kann hierbei oft Zweifel darüber obwalten, ob es vortheilhafter sei, die Herstellung des Luftzuges in der Richtung nach aufwärts oder aber im umgekehrten Sinne anzustreben. Diese Frage bildete vor Jahren den Gegenstand einer sehr lebhaften Discussion zwischen Péclet und Morin, wobei der ungünstige Erfolg, welchen die in verschiedenen Theatern in Paris über Vorschlag des Letzteren und der unter seinem Vorsitze gestandenen Commission eingeführte Luftführung nach abwärts aufwies, für die Ansicht Péclet's sprach. Dennoch kann es von vornherein niemals entschieden werden, welcher Weg zu befolgen sei; man muß vielmehr in jedem besonderen Falle die einschlägigen Verhältnisse genau erwägen. Meinem verehrten Freunde R. Ferrini, Professor an der technischen Hochschule in Mailand, gebührt denn das Verdienst, diesen Umstand nicht nur aufgedeckt, sondern auch einen allgemeinen Ausdruck abgeleitet zu haben, der es ermöglicht, in jedem speciellen Falle sich Rechenschaft darüber zu geben, inwieferne das eine oder das andere der besagten Systeme den Vorzug verdiene.

Der fragliche Ausdruck ergiebt sich nämlich durch nachstehende Ueberlegung:

Es bezeichne a die Höhe, welche man dem Abzugsschlote geben würde, falls die Luftführung in der Richtung *nach aufwärts* stattfinden sollte, und a_1 die Höhe der Basis

eben dieses Schlotes über dem Mittelpunkte einer der Ausströmungsöffnungen der verbrauchten Luft; ferner h den verticalen Abstand zwischen der Oberfläche der besagten Basis und jener einer zweiten Basis, welche in dem Falle in Wirksamkeit zu treten hätte, wenn man die Luftführung von unten aus bewirken wollte, so daß in diesem letzteren Falle $h + a$ die Gesammthöhe des erforderlichen Abzugsschlotes, $h - a_1$ aber den Abstand seiner Basis von dem Mittelpunkte der besagten Mündung darstellen würde. Bezeichnen wir nun der Reihe nach mit t_0, t_1 und t die in Graden Celsius ausgedrückten Temperaturen der freien Atmosphäre, innerhalb der Höhe des Abzugsschlotes, in den Collectoren; ferner mit d_0, d_1 und d die diesen Temperaturgraden entsprechenden specifischen Gewichte der Luft. Ist v_1 die Ausströmungsgeschwindigkeit innerhalb des Abzugsschlotes bei der Luftführung in der Richtung nach abwärts, v_2 jene bei der entgegengesetzten Luftführung, endlich k_1 und k_2 die entsprechenden Widerstands-Coëfficienten, so erhalten wir die Gleichungen:

$$(1 + k_1) \cdot \frac{v_1^2}{2g} = a \cdot \frac{d_0 - d}{d} + a_1 \cdot \frac{d_0 - d_1}{d}$$

und $$(1 + k_2) \cdot \frac{v_2^2}{2g} = (h + a) \cdot \frac{d_0 - d}{d} - (h - a_1) \cdot \frac{d_0 - d_1}{d}$$

demnach $$(1 + k_2) \cdot \frac{v_2^2}{2g} = h \cdot \frac{d_1 - d}{d} + (1 + k_1) \cdot \frac{v_1^2}{2g}$$

oder:

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{1}{1 + k_2} \left\{ h \cdot \frac{d_1 - d}{d} - (k_2 - k_1) \cdot \frac{v_1^2}{2g} \right\} \quad . \ . \ (29)$$

Setzen wir nun bei 273 den absoluten Nullpunkt, so ergiebt sich:

$$\frac{d_1 - d}{d} = \frac{t - t_1}{273 + t_1}.$$

Entwickelt man andererseits die Coëfficienten k_1 und k_2, indem man mit β jenen Theil derselben bezeichnet, welcher von den Querschnitts- und Richtungsänderungen abhängt, mit λ aber den Reibungs-Coëfficienten, dann nacheinander mit Δ_1, Δ^1 und Δ die Durchmesser des Saugers, des successiven Collectors und des Abzugsschlotes, mit l die Länge jenes Collectorabschnittes, welchen die Luft durchströmen muß, ehe sie in den Abzugsschlot gelangt, mit ζ das Verhältniß zwischen der Geschwindigkeit der Bewegung in dem Sauger und jener im Abzugsschlote, mit ζ_1 endlich das analoge Verhältniß in Beziehung auf den Collector und den Abzugsschlot, so erhalten wir (unter der Voraussetzung, daß die Größen β, Δ^1, Δ_1, Δ, l, ζ und ζ_1 in beiden Fällen den nämlichen Werth haben) die beiden Relationen:

$$k_1 = \beta + \lambda\left(\frac{a}{\Delta} - \frac{a_1}{\Delta_1}\zeta^2 + \frac{l}{\Delta^1}\zeta_1{}^2\right)$$

$$\text{und } k_2 = \beta + \lambda\left(\frac{a+h}{\Delta} - \frac{h-a_1}{\Delta_1}\zeta^2 + \zeta_1{}^2\right)$$

$$\text{demnach } k_2 - k_1 = \lambda\left(\frac{h-2a_1}{\Delta_1}\zeta^2 + \frac{h}{\Delta}\right)$$

so daß der obige Ausdruck (29) in die neue Gleichung übergeht:

$$\frac{v_2{}^2}{2g} = \frac{v_1{}^2}{2g} + \frac{1}{1+k_2}\left\{h \cdot \frac{t-t_1}{173+t_1} - \lambda\left(\frac{h-2a_1}{\Delta_1} \cdot \zeta^2 + \frac{h}{\Delta}\right) \frac{v_1{}^2}{2g}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots (30)$$

An Stelle einer Mündung von beliebiger Querschnittsform betrachten wir nunmehr eine solche, wobei $a_1 = \frac{h}{2}$

Für die oberen Mündungen werden die Differenzen

zwischen den lebendigen Kräften $\frac{v_2^2}{2g}$ und $\frac{v_1^2}{2g}$ etwas größer, für die unteren dagegen etwas kleiner sein. Für die fragliche Mündung werden wir erhalten:

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{1}{1+k_2}\left\{h \cdot \frac{t - t_1}{273 + t_1} - \lambda \cdot \frac{h}{\Delta} \cdot \frac{v_1^2}{2g}\right\}.$$

Der erste Ausdruck in den Differenzgrößen innerhalb der Klammer bezeichnet den bewegenden Druck (auf die Flächeneinheit bezogen) für einen Schlot von der Höhe h, dessen innere Temperatur t ist, wobei eine Außentemperatur t_1 herrscht; der zweite Ausdruck stellt seinerseits wieder den Druckverlust dar, hervorgerufen durch die Reibung in dem nämlichen Abzugsschlote, der von einem Luftstrome mit der Geschwindigkeit v_1 durchzogen wird. Es wird demnach die Luftführung in der Richtung nach aufwärts in dem Falle anzuwenden sein, wenn der besagte Druck größer ist im Vergleich zu dem oben erwähnten Druckverluste, die Luftführung in der Richtung nach abwärts aber im entgegengesetzten Falle. Sollte aber diese Differenz gleich Null sein, dann wäre die Wahl zwischen den beiden Systemen vollkommen gleichgiltig.

Ziffernmäßig ausgedrückt, gipfelt also die hier gestellte Aufgabe darin, zu ermitteln, ob die Differenz

$$\frac{t - t_1}{273 + t_1} - \frac{\lambda}{\Delta} \cdot \frac{v_1^2}{2g}$$

positiv, gleich Null, oder negativ ausfällt. In gewöhnlichen Fällen wird man von vornherein $t > t_1$ vorauszusetzen haben. Wenn dagegen $t = t_1$ oder, und umsomehr, wenn $t < t_1$ wäre, dann würde die Luftführung in der Richtung nach abwärts ohneweiters vorzuziehen sein. Mag sich nun ergeben, daß *mit Rücksicht* auf den jeweilig vorliegenden Fall

die eine oder die andere Methode den Vorzug verdiene, so läßt uns die letzte Gleichung unter allen Umständen die Thatsache erkennen, daß der Nutzen, den uns das gewählte System gewährt, ein um so größerer sein wird, je größer die Höhe h und der Ziffernwerth der Differenz $t - t_1$ ausfallen.

Die Frage, welchen Bedingungen die Luft eines Wohnraumes zu genügen habe, um noch als reine Luft gelten zu können, wird von den Hygienikern übereinstimmend dahin beantwortet, daß deren Kohlensäuregehalt etwa vier Volumina pro 10.000 nicht überschreiten darf; eine Luftart mit mehr als sechs Volumina Kohlensäure sollte also in einem bewohnten Raume niemals geduldet werden.

Eine Verunreinigung der Luft kann nun vornehmlich herbeigeführt werden: entweder durch den Athmungs- oder durch den Verbrennungsproceß, oder durch beide zugleich.

In ersterer Beziehung gilt der Erfahrungssatz, daß ein Erwachsener stündlich im Mittel 17 Liter Kohlensäure ausathmet; es sind demnach zur Erhaltung einer reinen Luft unter gewöhnlichen Verhältnissen durchschnittlich 84 Kbm. Luftraum pro Kopf erforderlich. Nun bewirkt aber die natürliche Ventilation (d. i. jene, die durch Mauern, Fenster, Thüren und Kaminzug erzeugt wird) mindestens eine dreifache Lufterneuerung in der Stunde, so daß auf einen Erwachsenen für gewöhnlich nicht mehr als 28 Kbm. Luftraum in ständig bewohnten Räumen zu rechnen sind.

Was aber die Verunreinigung der Luft durch die Verbrennung des Leuchtgases betrifft, so hängt die Größe derselben ganz naturgemäß in erster Linie von der Zusammensetzung des Gases selbst ab. Im Mittel kann man jedoch annehmen, daß 1 Kbm. Gas bei seiner Verbrennung etwa 0·5 Kbm. Kohlensäure erzeugt.

Wenden wir also diese Erfahrungsdaten auf einen concreten Fall an, wobei angenommen werden mag, daß der fragliche Wohnraum bei einer Breite von 3·66 eine Länge von 4·88 und eine Höhe von 3·05 besitze, so stellt sich das Verhältniß zwischen der Größe der Luftverunreinigung in Folge der zur Erhaltung jenes Raumes verbrennten Gasmenge (32 Lichteinheiten) und jener in Folge des Athmungsprocesses nach den diesbezüglichen Berechnungen von V. B. Lewes wie folgt:

Art der Beleuchtung	Verbrauchtes Brennmaterial in Gramm	Verbrauchter Sauerstoff in Litern	Verbrennungsproducte		
			Liter Wasserdampf	Liter Kohlensäure	entsprechend erwachsenen Personen
Schnittbrenner .	311·5	369·8	416·8	163·1	9·6
Sugg's Argandbrenner . . .	274·7	326·2	362·2	145·0	8·5
Auer's Glühlicht	150·1	178·3	201·0	77·9	4·6
Wenham-Lampe	90·6	104·2	117·8	45·3	2·6

Obgleich nun, wie aus diesen Zahlenwerthen wohl ohneweiters klar, die Ventilation von mit Gas beleuchteten Räumen in gesundheitlicher Beziehung absolut nothwendig erscheint, so hatte man bis in die jüngste Zeit noch kein Mittel, um diesem Gebote in der gewünschten Weise zu entsprechen. Häufig half man sich damit, Rohre mit trichterförmigen Oeffnungen über den Brennern anzubringen; aber diese Anordnung war überaus unschön, während die späteren Versuche, dieselbe zu verbessern (wir erwähnen die diesbezüglichen Constructionen von Rutter, Boyle, de la Garde,

betrug. Hierbei zogen die Verbrennungsgase, mit Luft gemischt, mit 123 Grad Celsius und 2·285 Meter Geschwindigkeit ab, was 79·6 Kbm. heißer Ventilationsluft und Rauchgase entspricht; auf 15·5 Grad Celsius reducirt, beträgt dies 57·1 Kbm. pro Stunde.

Bei nicht genügend überlegter Anordnung kann es indeß leicht geschehen, daß der Brenner, anstatt die nöthige Verbrennungsluft dem betreffenden Zimmer zu entnehmen und solcherart einen Zug nach oben zu erzeugen, die Luft dem Abzugsrohre entnimmt und dadurch einen Zug in gerade entgegengesetzter Richtung herbeiführt, in Folge dessen nicht nur die Rauchgase in das Zimmer zurückgedrängt, sondern gleichzeitig auch die Leuchtkraft des Brenners bedeutend verringert wird. Der zu ventilirende Raum muß also unter allen Umständen eine freie Zuströmungsöffnung für die reine Luft besitzen; zudem sollte der Kamin der Lampe, wenn irgendwie thunlich, in einen Schornstein münden, und dies am besten mittelst eines entsprechend weiten Thonrohres; an dem Kaminstücke aber, welches die Verbindung zwischen den horizontalen und verticalen Rohren herzustellen hat, sollte immer eine kleine Blechbüchse mit selbstschließendem Ablauf angebracht sein, um das sich bildende Condensationswasser sicher ableiten zu können.

XXIX.

Empirische Rohrtabellen.

Die angeführten Bestandtheile der geplanten Gasanlage können, wie wohl selbstverständlich, dann erst in der gewünschten Weise zur Wirkung gelangen, wenn dieselben jederzeit mit der ihrer Construction zu Grunde liegenden Gasmenge gespeist werden. Zu dem Ende ist es aber vor Allem nöthig, daß die Verbindung eben dieser Bestandtheile mit dem Straßenrohrnetze und unter einander selbst durch eine Gasleitung von entsprechenden Dimensionen hergestellt wird. Wie groß müssen nun eben diese Dimensionen gewählt werden, um den besagten Zwecke sicher genügen zu können? Diese Frage ist leider bis heute völlig unbeantwortet geblieben. Viele Fachmänner haben zwar diesen offenkundigen Mangel längst erkannt; aber erst A. Fausek, städtischer Ingenieur in Wien, und M. Putschar, städtischer Ingenieur in Graz, sind unseres Wissens zum erstenmale öffentlich dafür eingetreten, daß nach der in Rede stehenden Richtung hin die Staatsbehörde als solche schon eine präcise Bestimmung zu treffen habe.

Es geschah dies auf einer im Jahre 1883 in Graz stattgehabten Gasfachmänner-Versammlung, wobei die Nothwendigkeit einer zeitgemäßen Abänderung des österreichischen Gasregulativs ausführlich erörtert wurde. Merkwürdiger Weise hatte es nämlich bei jenem Anlasse das mit der Ausarbeitung

eines diesbezüglichen Entwurfes betraut gewesene Comité grundsätzlich vermieden, in eine Aufstellung der zweckdienlichen Rohrdimensionen einzugehen und diese seine Haltung kurz wie folgt begründet: »Der Grund, warum wir eine einschlägige Bestimmung in das neue Regulativ nicht eingesetzt haben, liegt darin, weil es Schwierigkeiten macht, allgemein giltige und praktische Tabellen aufzustellen.«

Dem gegenüber beleuchtete A. Fausek den Mangel einer einschlägigen gesetzlichen Bestimmung im Wesentlichen folgendermaßen: »Bei dem Regulativ sind vier Factoren betheiligt, und zwar: die Gasanstalt, die Behörde, der Installateur und der Gasconsument. Bei uns in Wien nämlich wird die Sache so gehandhabt, daß der Installateur die Anzeige macht, worauf das städtische Bauamt eine Commission ausschreibt, bei welcher dasselbe, dann die Gasanstalt und der Installateur vertreten sind. Findet nun der Vertreter der Gasanstalt, daß die projectirten Rohrdimensionen nicht entsprechen, so steht es ihm zwar frei, diese seine Ansicht in das Protokoll zu dictiren; eben diese Ansicht darf jedoch noch keinen Grund dafür bilden, daß der Installateur sein Project abzuändern habe. Aber auch die überwachende Behörde hat jetzt kein Mittel in der Hand, dem Uebel zu steuern. Was nun den dritten Factor, den Installateur betrifft, so haben wir es da mit zwei Kategorien von Gewerbetreibenden zu thun, nämlich: mit ehrlichen Installateuren und solchen, die nicht immer den geraden Weg gehen. Der vierte Factor ist der Gasconsument; diesem kann es doch schlechterdings nicht verübelt werden, daß er gerade dem billigsten Installateur den Vorzug giebt und dadurch . . . eben aufsitzt. Es erscheint demnach nothwendig, daß hinsichtlich der jeweilig anzuwendenden Rohrweiten seitens des Staates selbst bestimmte Normen festgestellt werden. Es

kann hierbei freilich unmöglich darauf ankommen, daß man eine Tabelle entwerfe, welche die fraglichen Rohrdimensionen mathematisch genau und den Bedürfnissen entsprechend zu enthalten habe. Das ist gar nicht möglich; die Tabellen sollen nur besonders auffallende Uebelstände hintanhalten, so beispielsweise den, daß man an eine bereits bestehende Leitung im Verlaufe der Jahre noch übermäßig viele Flammen neu hinzufüge. Wir müssen überhaupt schon froh sein, wenn wir nur halbwegs dem Bedürfnisse Entsprechendes schaffen, denn mathematisch genaue Bestimmungen zu treffen, ist unmöglich.«

In ähnlicher, indeß freilich weit vorsichtigerer Weise äußerte sich hierüber der genannte städtische Ingenieur in Graz: »Die größten Klagen bei Prüfung von privaten Gasanlagen kommen stets nach der Richtung hin vor, daß die Installateure zu schwache Röhren anwenden, in Folge dessen die Flammen oft gar nicht brennen können. Im Gesetze aber ist diesbezüglich kein Anhaltspunkt geboten. So kommt es, daß nicht selten bei Anlagen von 80—100 Flammen $^3/_4$zöllige Röhren verwendet werden, denn der Installateur trachtet nur, die ihm übertragene Arbeit um möglichst billiges Geld auszuführen. Wenn da nicht Vorkehrungen getroffen werden, so sind die Bestimmungen des ganzen Regulatives nachgerade gegenstandslos. Nur durch das Gesetz kann eine entsprechende Abhilfe geschaffen werden, denn das Gesetz allein kann die Parteien zwingen, zweckdienlich dimensionirte Rohrleitungen legen zu lassen.«

Dieser durchaus berechtigten Forderung entsprechend, hat sich denn das früher gedachte Comité nachträglich der Aufgabe unterzogen, eine Rohrtabelle auszuarbeiten; die Frucht dieser seiner Arbeit lassen wir hier folgen:

Länge der Leitung in Meter	Innerer Durchmesser der Rohre in Millimeter						
	10	13	20	25	32	39	51
	Flammenzahl à 141 Liter Consum pro Stunde:						
3	3	6	21	46	86	134	278
6	2	6	17	35	63	103	218
10	1	4	12	28	51	86	170
15	1	3	9	24	42	65	140
20	—	3	8	21	37	48	119
25	—	2	8	18	33	47	112
30	—	2	7	16	29	44	102
35	—	2	6	15	26	40	92
40	—	2	6	14	24	38	86
45	—	2	6	13	23	36	82
50	—	2	6	12	22	35	77
60	—	2	5	11	20	33	68
70	—	1	5	11	19	31	63
80	—	1	5	10	18	28	58
90	—	1	4	10	17	27	54
100	—	1	3	9	16	26	50

Daß diese Tabelle nichts weniger denn auf streng wissenschaftlicher Basis beruht, geht wohl ganz unzweifelhaft schon im Hinblicke darauf hervor, als es anderen Falles die Autoren derselben gewiß nicht würden unterlassen haben, die betreffende Formel der darauf seit Langem her harrenden Fachwelt bekannt zu machen. Die darin enthaltenen Zahlenwerthe sind füglich also nur der Ausdruck des leider auch sonst vielfach angerufenen »praktischen Gefühles«. Bedauerlicher Weise war es indeß zudem gerade im vorliegenden Falle weder mit jenem »Gefühle«, noch aber auch mit jener »Praxis« sonderlich weit her; es ist vielmehr nichts Anderes, als nachgerade baarer Unsinn, einer drei Meter langen Leitung zumuthen zu wollen, daß dieselbe nicht weniger denn

278 Flammen mit Gas zu versorgen habe. Und fürwahr: wo soll diese ganze Brenner-Niederlage, auf drei Meter vertheilt, überhaupt Platz finden? Angenommen aber auch, man habe gar nicht an eine thatsächliche Flammenvertheilung in dieser ungeheuren Anzahl gedacht, sondern damit eben nur ausdrücken wollen, daß es sich hierbei um die Zuführung von $278 \times 0{\cdot}141 = 39{\cdot}198$ Kubikmeter Gas pro Stunde handle, so lag es doch mindestens sehr nahe, die Unhaltbarkeit des fraglichen Werthes aus der daraus sich ergebenden Geschwindigkeit des betreffenden Gasstromes allein schon zu deduciren. Diese Geschwindigkeit würde nämlich in unserem Falle

$$\frac{\text{Ausflußmenge}}{\text{Querschnitt}} = \frac{39{\cdot}198}{60\,.\,60\,.\,\frac{(0{\cdot}051)^2}{4}\,.\,\pi} = 5{\cdot}44$$

Meter pro Secunde betragen, eine Voraussetzung, die jeder »Praxis« und jedem »Gefühle« gegenüber aus dem Grunde völlig unhaltbar erscheint, weil bei Annahme einer solchen Geschwindigkeit kein einziger Brenner zu functioniren im Stande ist.

Ebenso steht es um die angebliche Verläßlichkeit aller übrigen Angaben der obigen Tabelle; ja, wir glauben, den betreffenden Autoren kein Unrecht zu thun, indem wir die bestimmte Behauptung aufstellen, daß die in Rede stehende Tabelle nichts Anderes enthält, als die sine ira, freilich aber auch sine studio, d. h. durchaus gedankenlos zusammengetragenen Mittelwerthe aus allen zur Zeit der Entstehung derselben bestandenen, gleichfalls jeder wissenschaftlichen Begründung durchaus entbehrenden »Kalender-Tabellen«.

XXX.

Ableitung einer neuen Formel für die Berechnung der zweckdienlichen Rohrweiten.

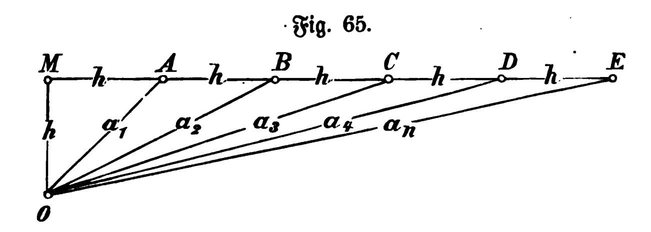
Angesichts einerseits der zweifellos feststehenden Thatsache, daß unter allen Umständen die wohl durchaus unbestreitbar allererste Bedingung für die zuverlässig genügend Versorgung unserer Wohngebäude mit Gas eine hinsichtlic ihrer Dimensionen allen den jeweilig gegebenen Verhältnisse (specifisches Gewicht des Gases, Druck im Straßenrohrnetze, erforderliche Gasmenge, Länge und Richtung der Anlage) vollkommen Rechnung tragende Leitung bildet; andererseits abe im Hinblicke auf die, wie dies aus den soeben citirte Aeußerungen von seit vielen Jahren auf dem Gebiete de Beleuchtungswesens thätigen Fachmännern deutlich hervorgeh allgemein und rückhaltlos anerkannten, überaus große Schwierigkeiten, welche sich der Ableitung einer diesbezügliche exacten mathematischen Formel entgegenstellen, dürfte der Lese dieses Buches die Freude ermessen und theilen, welche der Verfasser desselben in dem Augenblicke empfunden, wo es ihr wie dies im Nachfolgenden dargelegt werden soll, nach mehjährigen fruchtlosen Bemühungen gelang, das nach der besagte Richtung hin von der Fachwelt seit langer Zeit angestreb Ziel denn endlich zu erreichen.

Derselbe ging hierbei von der im zweiten Abschnit abgeleiteten Gleichung (8) aus, welche lehrt, daß für ein Ga von bestimmtem specifischem Gewichte die auf die Länge

nheit bezogene Druckzunahme in einer verticalen Leitung eine ›nstante Größe ist.

Tragen wir uns also auf der Horizontalen ME Fig. 65) die besagte Höheneinheit h mehrmals auf, verbinden ›ir hierauf nacheinander die so erhaltenen Punkte A, B.... E ›it O und denken wir uns, daß diese Verbindungslinien ›enso viele geneigte Rohre darstellen, welche mit dem verticalen Rohre MO communiciren, so ist es auf Grund des hydro-›atischen Gesetzes klar, daß ganz der nämliche Druck, welcher ı M herrscht, auch in A, B.... E herrschen muß.

Fig. 65.



Von diesem constanten Drucke, den wir mit P bezeichnen ollen, entfällt demnach auf die Einheit

der Linie	MO	a_1	a_2	a_3	a_4	a_n
der Druck	$\frac{Ph}{h}$,	$\frac{Ph}{a_1}$,	$\frac{Ph}{a_2}$,	$\frac{Ph}{a_3}$,	$\frac{Ph}{a_4}$, ...	$\frac{Ph}{a_n}$

Es ist aber, wie ein Blick auf die Figur lehrt:

$^2 = h^2 + h^2 = 2\,h^2$; also $a_1 = h\sqrt{2} = h\sqrt{1.1+1}$

$^2 = h^2 + (2\,h)^2 = 5\,h^2$; » $a_2 = h\sqrt{5} = h\sqrt{2.2+1}$

$^2 = h^2 + (3\,h)^2 = 10\,h^2$; » $a_3 = h\sqrt{10} = h\sqrt{3.3+1}$

$^2 = h^2 + (4\,h)^2 = 17\,h^2$; » $a_4 = h\sqrt{17} = h\sqrt{4.4+1}$

ithin ganz allgemein: $a_n = h\sqrt{n^2+1}$.

Die Größe der in dem geneigten Rohre a_n pro Längeneinheit desselben stattfindenden Druckzunahme kann demnach durch die Gleichung ausgedrückt werden:

$$D_n = \frac{P}{\sqrt{n^2+1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (31)$$

Haben wir es also beispielsweise mit einer Leitung zu thun, deren Steigungsverhältniß 1 : 50 ist und deren horizontale Projection eine Länge von n = 50 Meter beträgt, so findet unter der Voraussetzung, daß das in dieser Leitung eingeschlossene Gas ein specifisches Gewicht von 0·42 besitzt, mithin $P = 0{\cdot}75$ ist, pro Längeneinheit derselben (also auch in E) eine Druckzunahme von

$$\frac{0{\cdot}75}{\sqrt{50^2+1}} = 0{\cdot}75 : \sqrt{2501} = 0{\cdot}015 \text{ Mm. statt.}$$

Würde dagegen die Länge eben dieser Leitung unter den nämlichen Steigungsverhältnissen nach einander nur 40, 30, 20, 10 Mtr. betragen, so würde sich die fragliche Druckzunahme wie folgt stellen, und zwar:

$$\text{in D: } \frac{0{\cdot}75}{\sqrt{40^2+1}} = 0{\cdot}75 : \sqrt{1601} = 0{\cdot}01875 \text{ Mm.}$$

$$\text{in C: } \frac{0{\cdot}75}{\sqrt{30^2+1}} + 0{\cdot}75 : \sqrt{901} = 0{\cdot}02500 \text{ »}$$

$$\text{in B: } \frac{0{\cdot}75}{\sqrt{20^2+1}} + 0{\cdot}75 : \sqrt{401} = 0{\cdot}03750 \text{ »}$$

$$\text{in A: } \frac{0{\cdot}75}{\sqrt{10^2+1}} = 0{\cdot}75 : \sqrt{101} = 0{\cdot}07500 \text{ »}$$

Vergleicht man nun die Größe 0·75 des im Punkte M des verticalen Rohres herrschenden Druckes mit den in den

einzelnen Punkten des horizontalen Rohres herrschenden Druckgrößen, so findet man

in	A	: 0·75	:	0·075	=	10
»	B	: 0·75	:	0·0375	=	20
»	C	: 0·75	:	0·025	=	30
»	D	: 0·75	:	0·01875	=	40
»	E	: 0·75	:	0·015	=	50

woraus folgt, daß im Abstande A einer horizontalen Rohrstrecke, welche von einer verticalen Hauptleitung an einer Stelle abzweigt, wo ein Druck D herrscht, eine Druckzunahme auftritt, welche dem Drucke D direct, dagegen dem Abstande A umgekehrt proportional ist.

Von der Länge eben jener Strecke hängt aber, wie selbstverständlich, unter der Annahme, daß deren Querschnittsfläche = 1 ist, die Größe der durchfließenden Gasmenge ab, so daß auch für diese letztere ganz das nämliche Gesetz gilt. Fassen wir demnach diese beiden Folgerungen zusammen, so ergiebt sich der Satz:

Die Druckzunahme innerhalb einer horizontalen Leitung ist der Länge dieser letzteren, sowie der Größe des von ihr abhängigen Gasconsums umgekehrt proportional.

Mit der Größe dieser Druckzunahme steht, wie wohl von selbst klar, die Geschwindigkeit, womit sich die betreffende Gasmenge innerhalb der gegebenen Leitung bewegt, in innigem Zusammenhange. Diese Wechselbeziehung aber kann, nachdem der hier in Rede stehende Druck durch die Höhe der von ihm gehobenen Wassersäule gemessen wird, aus dem bekannten Gravitationsgesetze abgeleitet werden, wonach die Geschwindig-

keit v eines von der Höhe H frei fallenden Körpers durch die Gleichung ausgedrückt erscheint:

$$v = \sqrt{2\,g\,H},$$

worin $g = 9 \cdot 81$ die Beschleunigung der Schwere bedeutet. Da nun in unserem Falle die Fallhöhe H dem Gewichte der von dem Gase verdrängten Wassersäule, mithin der an dieser abmeßbaren Druckgröße D entspricht, so können wir auch jene Gleichung wie folgt schreiben:

$$v = \sqrt{2\,g\,D}\; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (32)$$

Diese theoretische Geschwindigkeit kann indeß in der Praxis niemals erreicht werden, einfach deshalb, weil der Bewegung des Gasstromes innerhalb der Leitung ein Reibungswiderstand entgegensteht, dessen Größe einerseits mit der Größe des jeweilig herrschenden Druckes D und mit jener der Dichtigkeit der Gasmasse (d. i. dem Verhältnisse zwischen dem Gewichte der Volumeneinheit desselben G und der Beschleunigung der Schwere g) wächst, dagegen andererseits im Verhältniß zum Umfange des betreffenden Rohres abnimmt. Wir können demnach, indem wir hierbei den Durchmesser jenes Rohres mit d bezeichnen und alle die genannten Factoren in Metern ausdrücken, den fraglichen Reibungswiderstand R pro Längeneinheit der Leitung durch die Gleichung definiren:

$$R = \frac{D \cdot \frac{G}{g}}{d\,\pi} = \frac{D\,G}{d\,g\,\pi} \; . \; . \; . \; . \quad (33)$$

Denken wir uns also, das aus dem Gasmesser ausströmende Gas stehe unter einem Drucke D, so ist seine Anfangsgeschwindigkeit $v_o = \sqrt{2\,g\,D}$.

Mit dieser Geschwindigkeit würde dasselbe in der Zeit t *in einem verticalen* Rohre einen Weg von der Länge l zurück-

legen und das Ende dieser Wegstrecke mit einer Endgeschwindigkeit v_e erreichen. Da sich nun bekanntlich die Geschwindigkeiten ebenso wie die Zeiten verhalten, so gilt hierbei die Proportion: $v_e : v_o = t : 1$, woraus $v_e = v_o\, t$ folgt.

Die Geschwindigkeit v_e drückt aber nichts Anderes aus, als das Verhältniß zwischen der Wegstrecke l und der zur Zurücklegung derselben erforderlichen Zeit t; es ist also $v = \frac{l}{t}$, oder $t = \frac{l}{v_e}$. Durch Einsetzung dieses Werthes geht aber die vorige in die neue Gleichung über: $v_e = v_0 \,.\, \frac{l}{v_e}$, woraus folgt $v_e^2 = v_0\, l$, oder $v_e = \sqrt{v_0\, l}$.

Beträgt also beispielsweise der Druck unmittelbar hinter dem Gasmesser D = 0·02 Mtr., so strömt das Gas aus demselben mit einer Anfangsgeschwindigkeit

$$v_o = \sqrt{2\, g\, D} = \sqrt{2 \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, 0{\cdot}02} = 0{\cdot}62 \text{ Mtr.}$$

pro Secunde aus. Und steigt mit dieser Geschwindigkeit das Gas in einem verticalen Rohre bis zu einer Höhe von l = 4 Mtr. nach aufwärts, so würde dasselbe am Ende dieses Rohres eine Endgeschwindigkeit

$$v_e = \sqrt{v_o\, l} = \sqrt{0{\cdot}62 \,.\, 4} = 1{\cdot}57 \text{ Mtr.}$$

pro Secunde erreichen, falls kein Reibungswiderstand vorhanden wäre.

Um nun die Größe dieses letzteren auszurechnen, nehmen wir an, die fragliche Leitung habe einen Durchmesser d = 0·065 Meter und das specifische Gewicht des dadurch strömenden Gases sei 0·4, in welchem Falle 1 Kbm. desselben G = 0·5196

Kgr. wiegt. Der gesuchte Reibungswiderstand beträgt demnach der Gleichung (33) zufolge:

$$R = l\,.\,\frac{D\,G}{d\,g\,\pi} = \frac{4\,.\,0{\cdot}02\,.\,0{\cdot}5196}{0{\cdot}065\,.\,9{\cdot}81\,.\,3{\cdot}14} = 0{\cdot}02.$$

Die thatsächlich am Ende der in Rede stehenden Leitung erreichte Endgeschwindigkeit V ist also:

$V = v_e - R = 1{\cdot}57 - 0{\cdot}02 = 1{\cdot}55$ Mtr. pro Secunde.

Führen wir nun in diese allgemeine Gleichung $V = v_e - R$ den Durchmesser d des betreffenden Rohres ein, dessen Querschnitt gegeben ist durch $F = \frac{d^2\,\pi}{4}$, woraus $d = 2\sqrt{\frac{F}{\pi}}$ folgt, so können wir dieselbe auch schreiben:

$$V = v_e - \frac{l\,D\,G}{2\,g\,\pi\sqrt{\frac{F}{\pi}}} \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

woraus sich durch successive Umformung dieser Gleichung schließlich der Werth ergiebt:

$$d = \sqrt{\frac{l\,d\,G}{g\,R\,\pi}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

d. h.: Die lichte Weite der Leitung ist der Länge derselben, dem Gasdrucke und der Dichtigkeit des Gases direct, dagegen dem darin auftretenden Reibungswiderstande umgekehrt proportional.

Bezeichnet man endlich mit q jene Gasmenge, welche aus einer Leitung von der Querschnittsfläche F mit der Geschwindigkeit V in der Zeiteinheit (Secunde) ausströmen soll, so hat man hierbei die Relation: $q = F\,.\,V$. Will man dagegen die fragliche Gasmenge auf die Stunde beziehen, so

: man hierin $Q = 60 \times 60\,q$ zu setzen und man erhält)urch:

$$3600\,F\,.\,V = Q \text{ oder } F = \frac{Q}{3600\,V}.$$

Nun ist $F = \frac{d^2 \pi}{4}$, mithin $\frac{d^2 \pi}{4} = \frac{Q}{3600\,V}$;

:aus ergiebt sich

$$d^2 = \frac{4\,Q}{3600\,\pi\,V} = \frac{Q}{900\,\pi\,V} = \frac{Q}{2826\,V}$$

)

$$d = \sqrt{\frac{Q}{2826\,V}}.$$

Setzt man nunmehr in diese Gleichung für V den hierfür ; der Gleichung (34) sich ergebenden Werth, so erhält man:

$$d = \sqrt{\frac{Q}{2826\left(\sqrt{v_0\,l} - \frac{l\,D\,G}{d\,g\,\pi}\right)}}$$

) daraus die quadratische Gleichung:

$$d^2 - \frac{l\,D\,G}{g\,\pi\sqrt{v_0\,l}}\,.\,d = \frac{Q}{2826\,\sqrt{v_0\,l}}.$$

Durch Auflösung dieser Gleichung ergeben sich denn lich die gesuchten, in Metern ausgedrückten Werthe, zwar:

1. Für den lichten Durchmesser des Rohres:

$$= \frac{1}{2}\left[\frac{l\,D\,G}{30{\cdot}8\,\sqrt{v_0\,l}} + \sqrt{\left(\frac{l\,D\,G}{30{\cdot}8\,\sqrt{v_0\,l}}\right)^2 + \frac{Q}{706{\cdot}5\,\sqrt{v_0\,l}}}\right] \quad (36)$$

2. Für die Ausflußmenge des Gases pro Stunde:

$$Q = 2826\,d\left(d\,\sqrt{v_0\,l} - \frac{l\,D\,G}{30{\cdot}8}\right) \;.\;.\;.\; (37)$$

3. Für die Größe des Gasdruckes:

$$D = \frac{30 \cdot 8}{l\,G}\left(d \sqrt{v_0\,l} - \frac{Q}{2826\,d}\right) \quad . \quad . \quad (38)$$

Läge also die Aufgabe vor, eine Hausleitung zu dimensioniren, welche eine Anzahl von 100 Flammen von je 150 Liter stündlichem Gasconsum zu speisen hat, so würde sich unter der Annahme, daß der verticale Abstand zwischen dem Gasmesser und der betreffenden horizontalen Abzweigung 8 Mtr., daß ferner der Druck unmittelbar hinter dem Gasmesser 0·02 M., das Gewicht von 1 Kbm. Gas 0·5196 Kgr. beträgt, die Rechnung wie folgt stellen:

Gegeben: $G = 0{\cdot}5196;\; g = 9{\cdot}81;$

$Q = 150 \,.\, 100 = 15.000$ Liter $= 15$ Kbm;

$l = 8$ Mtr.; $D = 0{\cdot}02$ Mtr.;

$$v_0 = \sqrt{2\,g\,D} = \sqrt{19{\cdot}62 \,.\, 0{\cdot}02} = 0{\cdot}6264;$$

$$\sqrt{v_0\,l} = \sqrt{0{\cdot}6264 \,.\, 8} = 2{\cdot}24.$$

Hierdurch erhält man:

$$\frac{l\,D\,G}{30{\cdot}8 \sqrt{v_0\,l}} = \frac{8 \,.\, 0{\cdot}02 \,.\, 0{\cdot}5196}{30{\cdot}8 \,.\, 2{\cdot}24} = 0{\cdot}0012$$

$$\left(\frac{l\,D\,G}{30{\cdot}8 \sqrt{v_0\,l}}\right)^2 = (0{\cdot}0012)^2 = 0{\cdot}00000144$$

$$\frac{Q}{706{\cdot}5 \sqrt{v_0\,l}} = \frac{15}{706{\cdot}5 \,.\, 2{\cdot}24} = 0{\cdot}009478.$$

Diese Werthe in die obige Gleichung (36) gesetzt, ergeben:

$$d = \frac{1}{2}\,(0{\cdot}0012 + 0{\cdot}0974) = 0{\cdot}049 \text{ Mtr.}$$

Da aber der auf Seite 259 angeführten Tabelle gemäß Rohre in dieser Weite nicht fabricirt zu werden pflegen,

so müssen wir die nächstgrößere Dimension wählen. Der fragliche Rohrdurchmesser beträgt also:

$$d = 51 \text{ Mm.} = 2 \text{ Zoll engl.}$$

Sollte aber die fragliche Leitung durch ein oder mehrere Stockwerke weiter geführt werden, so würde man zunächst unter Zugrundelegung der Gleichung (38) jene Druckabnahme auszurechnen haben, welche an der betreffenden Kreuzungsstelle der Druck des Gases durch die Ausflußmenge im ersten Stockwerke erfährt, und hierauf den Querschnitt der weiteren Leitung in ganz analoger Weise bestimmen.

Siebenter Abschnitt.

Oekonomie und Sicherheit des Betriebes.

XXXI.

Dichtheit der Anlage.

Es erübrigt uns noch, einige Vorrichtungen zu besprechen, welche uns in den Stand setzen sollen, den rechnungsmäßig ermittelten Gasconsum möglichst constant zu erhalten. Zur Erreichung dieses Zweckes kann der Installateur in der Hauptsache nach zweifacher Richtung beitragen, nämlich:

1. durch die Herstellung einer durchaus dichten Anlage;

2. durch die Anbringung von Vorrichtungen, welche geeignet sind, den Gasdruck innerhalb derselben auf der einmal als zweckmäßig erkannten Höhe bleibend zu erhalten.

Was nun vor Allem die Prüfung der fertiggestellten Anlage auf ihre Dichtheit, speciell mit Rücksicht auf den Zeitpunkt betrifft, wo dieselbe dem Betriebe übergeben werden soll, so erscheint im Gesetze selbst die entsprechende Vorkehrung getroffen. Die fragliche Anlage wird nämlich, nachdem zuvor sämmtliche Hähne derselben geschlossen wurden, in Gegenwart eines Vertreters der Controlbehörde durch einen etwa 30 Mm.

weiten und 2 Meter langen Gummischlauch mit einer Compressions-Luftpumpe verbunden, mittelst dessen Druckkolbens die in dem Windkessel und in der zu prüfenden Leitung enthaltene Luft auf den zu gewärtigenden höchsten Druck verdichtet wird. Wird hierauf die besagte Pumpe durch einige Minuten in Ruhe belassen, so kann an einem damit in Verbindung stehenden Manometer jede etwaige Verminderung jenes Druckes wahrgenommen werden, in welchem Falle auf eine Undichtheit in der Leitung geschlossen werden muß, worauf dann durch Bestreichen der betreffenden Leitungsstrecke mit Seifenwasser die Bildung von Luftblasen zu veranlaßen ist und solcherart die Leckstelle leicht aufgefunden werden kann.

Von einer solchen Prüfung möchten wir uns indeß keinen sonderlichen Vortheil aus dem Grunde versprechen, weil die in Rede stehende Undichtheit nicht so sehr im Momente der Fertigstellung der Anlage, als vielmehr im Laufe ihrer Benützung zu gewärtigen ist. Will man sich also, wie dies doch in der Natur der Sache wohl unstreitig gelegen, von der Dichtheit der gegebenen Anlage in regelmäßigen Zeitfolgen Gewißheit verschaffen, so kann dies offenbar nur in der Weise geschehen, daß man die bezügliche Untersuchung auf Vorrichtungen basirt, welche einen integrirenden Bestandtheil eben jener Anlage bilden müssen.

Eine solche Controlvorrichtung stellt der Gasmesser selbst dar, und läuft dessen Benützung nach der in Rede stehenden Richtung hin darauf hinaus, daß man den Stand der Zeiger auf dem Zifferblatte von Zeit zu Zeit beobachtet. Wird also beispielsweise Abends nach Abdrehung sämmtlicher Brennerhähne auch der Gasmesserhahn geschlossen und der augenblickliche Stand am Zifferblatte notirt, wird hierauf die

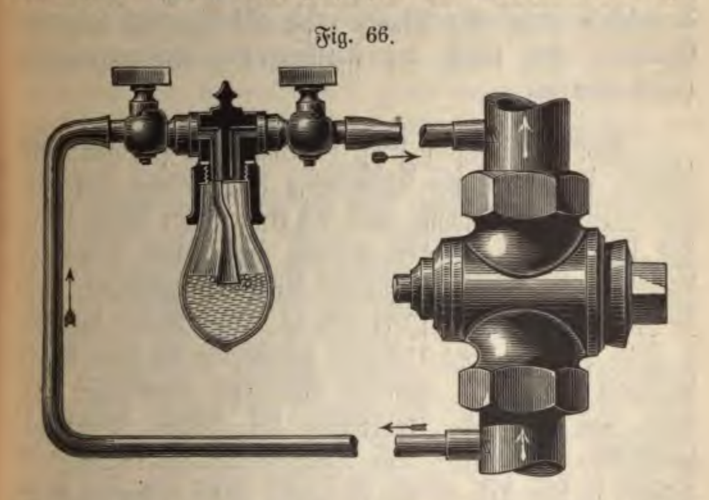
am nächstfolgenden Tage *vor* Inbetriebsetzung der Anlage sich ergebende Ablesung mit der besagten Notirung verglichen, so drückt die etwa vorhandene Differenz der beiden Ablesungen jene Gasmenge aus, welche nachtsüber einerseits durch den undichten Haupthahn in den Gasmesser eingeströmt und andererseits durch die undichte Leitung in den Wohnraum entwichen ist. In einem solchen Falle würden wir es also mit einer undichten *Anlage* überhaupt zu thun haben. War dagegen, wie zumeist der Fall, nur die *Leitung* undicht gewesen, so hat sich zwar der Stand der Zeiger nicht geändert, dafür aber ist das im Verhältniß zur äußeren Atmosphäre leichtere Gas aus der betreffenden Leitung entwichen und hat sich in Folge dessen darin ein Luft- und Gasgemisch gebildet, welches, zur Verbrennung gebracht, uns an Stelle der sonst leuchtenden Flamme eine solche mit grünlichblauem Kerne, also eine Bunsen'sche Flamme liefert. Das heftige Sausen der Brenner und der Mangel an Licht im Momente der Inbetriebsetzung einer Beleuchtungsanlage deuten demnach im Falle des Stillstandes der Gasmesserzeiger untrüglich darauf hin, daß die fragliche Leitung einer sofortigen Ausbesserung dringend bedarf.

In wesentlich sicherer und auch weit bequemerer Weise kann eine solche Prüfung jederzeit dadurch vorgenommen werden, indem man die Hausleitung von vornherein mit einem eigens hierfür construirten wirksamen Controlapparat verbindet, welch letzterer unmittelbar hinter dem Gasmesser seine *bleibende* Aufstellung erhalten soll.

Wohl unstreitig die verläßlichste und compendiöseste Vorrichtung dieser Art ist der in Nebenzeichnung (Fig. 66) dargestellte Controlapparat von C. *Muchall*, Ingenieur in Wiesbaden. Dieser Apparat besteht in der Hauptsache aus

einem kleinen Glasball, der, zur Hälfte mit Glycerin gefüllt, mit einem Röhrchen derart versehen ist, daß der Rand des nach aufwärts gebogenen Rohrschenkels etwa 2 Mm. unter dem Niveau der besagten Sperrflüssigkeit sich befindet. Der Hals des besagten Glasballs ist mit zwei Oeffnungen versehen, welche mittelst je eines Hähnchens geschlossen werden können; von jedem dieser Hähnchen aus führt dann ein kurzes

Fig. 66.



Rohrstück zu der betreffenden Gasleitung, und zwar derart, daß ein hinter dem Gasmesser angebrachter Abstellhahn zwischen die beiden Einmündungsstellen jener Rohrstücke zu stehen kommt. Werden nun behufs Vornahme der Prüfung der Abstellhahn und sämmtliche Brennerhähne geschlossen, dagegen der Haupthahn am Gasmesser und die beiden Hähnchen am Controlapparate geöffnet, so kann offenbar das aus dem Gasmesser ausströmende Gas nur dadurch in die Hausleitung gelangen, indem es den Glasball passirt und die darin

befindliche Sperrflüssigkeit verdrängt. Ist nun die Leitung dicht, so herrscht vollkommenes Gleichgewicht zwischen den in dem Glasball oberhalb der Sperrflüssigkeit und in der Leitung bereits angesammelten, sowie dem in dieselbe nachströmenden Gase; das Niveau der Sperrflüssigkeit bleibt also in diesem Falle im Zustande der Ruhe. Im Gegenfalle zeigen die durch das nachströmende Gas im Verhältniß zu der bestehenden Undichtheit mehr oder minder rasch auf einander folgenden Gasblasen den Grad der stattfindenden Gasausströmung offenkundig an.

Wollte man indeß selbst die einmaligen geringen Kosten scheuen, welche mit der Anschaffung eines solchen Apparates verbunden sind, so könnte man sich etwa in der Weise helfen, daß man in die gegebene Leitung unmittelbar hinter dem Gasmesser ein kurzes horizontales Rohrstück einschaltet, dieses mit dem Abstellhahn versieht und zu beiden Seiten desselben je einen Schenkel einer U-förmig gebogenen, mit einer Sperrflüssigkeit zum Theil gefüllten Glasröhre einmünden läßt. Wird nun bei dieser Anordnung der besagte Abstellhahn geschlossen und hierbei eine Senkung des Sperrflüssigkeitsspiegels in dem dem offenen Gasmesser näher stehenden Rohrschenkel wahrgenommen, so kann daraus in gleicher Weise auf das Vorhandensein einer Undichtheit in der Leitung geschlossen werden.

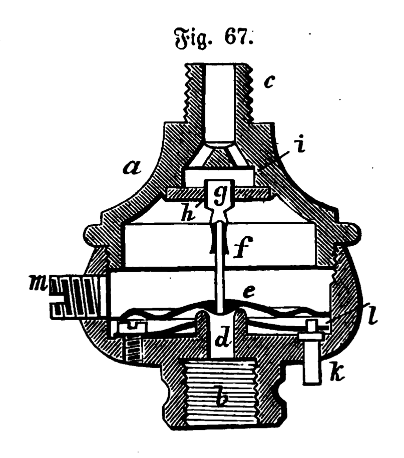
Erscheint nun einmal Vorsorge dahin getroffen, daß man jederzeit in der Lage ist, die gegebene Leitung bezüglich ihrer Dichtheit controliren zu können, so kann das Eintreten einer unbeabsichtigten Gasausströmung nur unter der Annahme befürchtet werden, daß bei Benützung jener Anlage ein grober Mißgriff gethan wird.

Ein solcher liegt beispielsweise in dem Falle vor, wenn, wie leider nicht selten, eine manchmal ziemlich bedeutende Anzahl von Beleuchtungskörpern (etwa sämmtliche Brenner im Stiegenhause und jene in den Gängen eines und des nämlichen Gebäudes) lediglich vom Gasmesser aus gehandhabt, also nur durch Schließung des betreffenden Haupthahns außer Wirksamkeit gesetzt werden können. Daß bei einer solchen Anordnung Tag für Tag eine unter Umständen sehr bedeutende Gasverschwendung begünstigt wird, sollte zwar ganz von selbst klar sein; es wird indeß gerade diesem Umstande keineswegs die gebührende Beachtung geschenkt. So kommt es, daß während des Zeitraumes, den der betreffende Bedienstete dazu benöthigt, um nach erfolgter Oeffnung des Gasmessers die Flammen in den unteren Stockwerken anzuzünden, aus den übrigen Brennern eine bedeutende Gasmenge unnütz entweicht, welche die damit versehenen Räume erfüllt; nach Schließung des Gasmessers aber erlöschen zunächst nur die unteren Flammen, wogegen das in der Leitung angesammelte Gas zum Theil durch einzelne in den oberen Stockwerken noch in Function gebliebene Brenner zur Verbrennung gelangt, zum Theil aber völlig unverbrannt ausströmt, so daß die fragliche Leitung sich immer wieder mit Luft erfüllt, welches Luftquantum allemal wieder erst von dem neuerdings eingelassenen Gase verdrängt werden muß, bevor man bei der nächstfolgenden Inbetriebsetzung den gewünschten Lichteffect erreicht.

Bei einer solchen Anordnung ist aber zudem die Gefahr groß, daß ab und zu, wie in der That, darauf vergessen wird, diesen oder jenen nicht unbedingt in die Augen fallenden Brennerhahn abzudrehen. In einem solchen Falle haben wir es dann nicht nur mit einer Gasverschwendung, sondern

nachgerade mit einer eminent drohenden Gefahr zu thun, indem das frei ausströmende Gas gar leicht zu Vergiftungen oder Explosionen Anlaß geben kann. Um sich vor einer derartigen Eventualität wirksam zu schützen, sollte man es bei keiner Anlage unterlassen, die nach der besagten Richtung gefährdeten Stellen derselben mit je einem von C. F. A. Jahn, Director der Gemeinde-Gasanstalten in Prag, construirten und von Fr. Lux in Ludwigshafen a. Rh. hergestellten

Fig. 67.



Sicherheits-Regulator zu versehen. Diese Vorrichtung (Fig. 67), deren Wirksamkeit nicht, wie jene vieler anderer Vorrichtungen ähnlicher Art, dem blinden Zufalle überlassen bleibt, sondern jederzeit und unter allen Umständen von der ganz bestimmten Absicht des betreffenden Consumenten abhängt, besteht aus einem birnförmigen Metallgehäuse a, worin eine wellenförmige, von einem Führungscylinder f entsprechend beschwerte Scheibe e derart angebracht ist, daß sie dem in der Leitung b jeweilig herrschenden Drucke nur jenen verhältnißmäßig ganz geringen

Theil ihrer Oberfläche aussetzt, welcher dem Querschnitte des Gaszuführungs-Canals d entspricht. Mag demnach dieser Gasdruck noch so groß sein, so ist derselbe doch völlig unvermögend, die besagte Scheibe zu heben, so daß diese letztere gegen die Leitung zu einen vollkommen dichten Abschluß bildet. Wird dagegen der unterhalb der Scheibe angebrachte Stift k nach innen gedrückt, so wird gleichzeitig mittelst einer am Boden des Apparates angebrachten und durch jenen Stift beeinflußten Feder l die in Rede stehende Scheibe aus ihrer gedachten Ruhelage so weit gehoben, daß nunmehr der Gasdruck auf ihre ganze Fläche trifft. Beträgt nun in diesem Falle der Gasdruck auch nur 10—12 Mm. Wassersäule, so genügt derselbe, um die Scheibe im Gleichgewichte zu erhalten; die Gaseinlaßöffnung ist also frei, das Gas strömt durch eine in der Gehäuswand ausgesparte, mittelst der Schraube m regulirbare Oeffnung in den Raum h oberhalb der Scheibe und von hier aus zu dem darüber befindlichen Brenner c. Denken wir uns demnach den Fall, daß beim Schließen des Haupthahns darauf vergessen wurde, einen so adjustirten Brenner besonders zu schließen, so senkt sich die besagte Scheibe in Folge des verminderten Gasdruckes und ihres eigenen Gewichtes sofort herab und schließt selbstthätig den Gaszufluß-Canal vollkommen ab: die Flamme erlischt. Wird hierauf die betreffende Anlage neuerdings in Betrieb gesetzt, so würde unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Gasausströmung erfolgen; bei Anwendung unserer obigen Vorrichtung dagegen ist dies nachgerade völlig ausgeschlossen, denn der betreffende Brenner bleibt so lange außer jeder Verbindung mit der Leitung, bis nicht Jemand den Stift k wieder gegen die Regulatorscheibe e andrückt und dadurch erst den inzwischen unterbrochen gewesenen Gasstrom wieder freigiebt.

Noch auf einen anderen gröblichen Mißgriff muß hier aufmerksam gemacht werden, der, wie die tägliche Erfahrung lehrt, zu mancherlei Unglücksfällen Anlaß zu geben pflegt, und zwar sowohl bei Benützung von Leuchtbrennern, als auch, und ganz vorzugsweise, bei Verwendung von Koch- und Heizapparaten.

In ersterer Beziehung kommt leider ziemlich häufig folgender Fall vor: Der Gasconsument verläßt sein Local in der Absicht, schon nach kurzer Abwesenheit dahin zurückzukehren; um sich nun das Wiederanzünden der Glasflamme zu ersparen, dreht er den betreffenden Hahn soweit ab, daß die Flamme fortan nur als ein bläulicher Saum rings um den Brennerkopf weiterbrennt. Es kann aber nur zu leicht geschehen, daß gerade während jener Abwesenheit des Gasconsumenten eine plötzliche Aenderung in den Druckverhältnissen innerhalb des Rohrnetzes eintritt, was beispielsweise schon dann der Fall ist, wenn in der unmittelbaren Nähe des fraglichen Brenners (so insbesondere in der Nähe von Theatern, Concertsälen, Kaffeehäusern u. dergl. m.) eine große Anzahl von bis dahin geschlossen gewesenen Brennern augenblicklich zur Verwendung gelangt, in welchem Falle die in Betracht gezogene Flamme mit einemmal erlischt. Der betreffende Brenner bleibt indeß immer noch offen: wird also, der Absicht des Gasconsumenten entgegen, das in Rede stehende Local durch geraume Zeit, etwa die Nacht über, nicht mehr betreten, in Folge dessen auch die inzwischen stattfindende Gasausströmung nicht wahrgenommen, so kann diese letztere beim Hinzutritte einer offenen Flamme gar leicht eine Explosion herbeiführen.

Die oben erwähnte plötzliche Druckabnahme in der Gasleitung kann andererseits bei Gas-Heizapparaten nur um

so leichter ihre gefährliche Wirkung äußern. Die in diesen Apparaten in Benützung stehende Flamme ist nämlich, wie bereits an anderer Stelle ausführlich dargelegt, einem zweifachen Drucke ausgesetzt: auf der einen Seite, in der Richtung von unten nach oben, dem Drucke des ausströmenden Luft- und Gasgemisches; auf der anderen Seite aber, in entgegengesetzter Richtung, dem Drucke der äußeren Atmosphäre. So lange nun die erstere von diesen Kräften überwiegt, brennt die Flamme im Verhältniß zu der hierbei stattfindenden Mischung mit mehr oder minder heizender Wirkung fort; wird aber eben dieser Zustand in Beziehung auf die beiden besagten Druckäußerungen entweder durch eine Druckverminderung im Gasstrome (theilweises Abdrehen des Hahnes, Entlastung des Regulators am Gaswerke), oder durch eine Druckvermehrung in der äußeren Atmosphäre (Luftzug, rasches Zuschlagen einer in der Nähe des Brenners befindlichen Thür rc.) plötzlich geändert, so kann es in Folge einer solchen Druckänderung ganz leicht geschehen, und geschieht es auch in der That nicht selten, daß die fragliche Flamme sofort zurückschlägt und im Augenblicke erlischt.

Aus Vorstehendem dürfte sich nunmehr die Folgerung ziehen lassen, daß zur Vermeidung von Unglücksfällen durch Leuchtgas unter allen Umständen Vorsicht geboten ist. Diese Vorsicht hat sich, soll dieselbe ihren Zweck wirklich erfüllen, auf die beständige, regelmäßige Wahrnehmung des jeweiligen Zustandes der betreffenden Anlage zu erstrecken, wobei jederzeit an dem Grundsatze festgehalten werden muß, daß eine Gaseinrichtung irgend welcher Art nur dann in rationeller und gefahrloser Verwendung steht, wenn dieselbe nur so lange im Betriebe belassen bleibt, als wir die Regelmäßigkeit dieses letzteren zu controliren

vermögen. Die Verwendung von Gasflammen in Schlafräumen und ebenso in nachtsüber nicht bewachten Localen, sei es zu Beleuchtungs- oder Heizzwecken, ist demnach unter allen Umständen durchaus zu vermeiden, will man sich nicht anders den folgenschwersten Gefahren aussetzen.

XXXII.

Gasdruck-Regulatoren.

Wir haben bereits an anderer Stelle dargelegt, daß jede, also auch eine durchaus dichte Anlage, einem von vornherein durchaus unberechenbaren Einflusse unterworfen bleibt, welcher, wenn demselben nicht wirksam begegnet wird, eine unter Umständen sehr bedeutende Vermehrung des Gasconsums herbeiführen kann: wir meinen die fortwährenden Druckschwankungen im Rohrnetze. Auch wurde darauf hingewiesen, daß diesen Schwankungen durch eine successive, also von Fall zu Fall vorzunehmende Regulirung der betreffenden Ausströmungsöffnung niemals genügt werden kann, eine solche Regulirung vielmehr nur in dem Falle den jeweilig vorherrschenden Verhältnissen entspricht, wenn dieselbe automatisch und jederzeit zuverlässig zu wirken im Stande ist. Es folgt hieraus, daß für jede in rationeller Verwendung stehende Beleuchtungsanlage die Benützung von Gasdruck-Regulatoren absolut unentbehrlich ist.

Letztere haben also die Bestimmung, den gegebenen Gasstrom in selbstwirkender Weise derart zu regeln, daß eine gegebene Anlage von den Druckschwankungen in der Leitung vollkommen unabhängig gemacht wird und hierdurch stets nur jene, unter Zugrundelegung eines bestimmten Druckes als zweckdienlich ermittelte Gasmenge erhält, welche gerade hinreicht, damit die betreffenden Beleuchtungskörper den möglichsten Lichteffect zu entfalten vermögen.

Die Erreichung dieses Zweckes ist offenbar an zwei gleich wichtige Bedingungen gebunden, nämlich:

1. Der Querschnitt der fraglichen Brenneröffnung muß derart gewählt werden, daß selbst beim Eintritte des zu gewärtigenden Minimaldruckes die betreffende Flamme noch immer mit einer vollkommen genügenden Gasmenge gespeist werden kann;

2. der Regulator muß noch vor dem Eintritte dieses Minimaldruckes zu functioniren beginnen, bei zunehmendem Drucke aber im Verhältniß eben dieser Zunahme den besagten Querschnitt derart verringern, daß die Größe der durch denselben strömenden Gasmenge selbst beim Eintritte des zu gewärtigenden Maximaldruckes keine Zunahme erfährt.

Diesen beiden Bedingungen, denen man bisher blos auf empirischem Wege zu genügen bemüht gewesen, kann, wie im Nachfolgenden gezeigt werden soll, sowohl durch Rechnung wie auch durch Construction vollkommen entsprochen werden.

Bezeichnet nämlich $f_{max.}$ die nützliche Querschnittsfläche der fraglichen Brenneröffnung bei dem in der Leitung zu gewärtigenden Maximaldruck h_{min}, ferner s das specifische Gewicht des Gases und endlich c den auf experimentellem Wege ermittelten Ausströmungs-Coëfficienten, so kann die

Menge Q des aus dem betreffenden Brenner in der Zeiteinheit ausströmenden Gases durch die Gleichung

$$Q = f_{max.} \; . \; c \sqrt{\frac{h_{min.}}{s}}$$

ausgedrückt werden, woraus zunächst der Werth von $f_{max.}$ mit Rücksicht auf einen zweckdienlichen Gasconsum Q abgeleitet werden kann.

Zur Ermittelung aller jener Werthe aber, welchen der fragliche Querschnitt innerhalb der Grenzen des zu gewärtigenden Druckes entsprechen muß, führt uns die nachstehende Ueberlegung: Entspricht dem Drucke h_1 ein Querschnitt von der Größe f_1, so ergiebt sich hierbei eine Ausströmungsmenge Q_1 aus der analogen Gleichung

$$Q_1 = f_1 \; . \; c \sqrt{\frac{h_1}{s}}$$

und durch Gegenüberstellung dieser beiden Gleichungen die Proportion:

$$Q : Q_1 = f_{max.} \; . \; \sqrt{h_{min.}} = f_1 \sqrt{h_1}.$$

Soll nun auch bei Annahme dieser neuen Verhältnisse der gewählte Gasconsum constant bleiben, also $Q = Q_1$ werden, so muß die Gleichung bestehen:

$$f_{max.} \; . \; \sqrt{h_{min.}} = f_1 \sqrt{h_1} = f_2 \sqrt{h_2} = \; . \; . \; . \; . = f_n \sqrt{h_n},$$

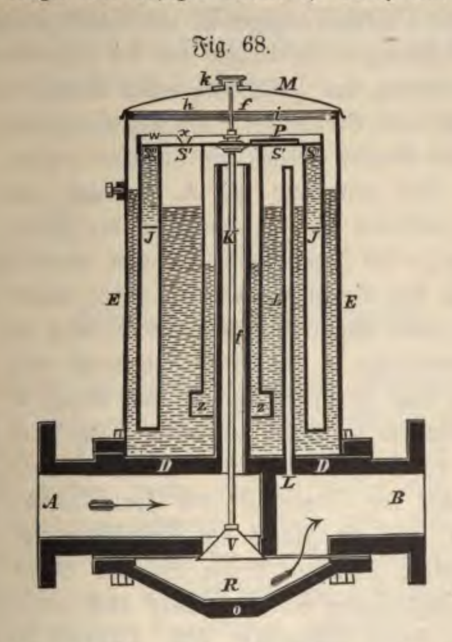
woraus sich die allgemeine Gleichung ergiebt:

$$f_n = f_{max.} \sqrt{\frac{h_{min.}}{h_n}}.$$

Diese Formel hat indeß, wie wohl von selbst klar, aus dem Grunde keinen praktischen Werth an und für sich, weil wir auf Grund derselben nur die Art der Begrenzung einer unveränderlichen Querschnittsöffnung ermitteln können, *während doch*, um der gestellten Anforderung zu genügen,

, welche den Boden eines cylindrischen Gefäßes EE bildet, ; von dem Deckel M nach oben zu abgeschlossen ist. In iem Gefäße, welches theilweise mit Wasser gefüllt wird, nimmt eine Glocke, die an der mittleren Stange f das ntil V trägt. Die besagte Glocke ist durch eine Reihe von

Fig. 68.



ieidewänden in die cylindrischen Räume S, S' und S'' ieilt. Der Centralraum S ist genau von der nämlichen erschnittsgröße, wie der Ventilsitz V; nur an seinem unteren ie bei ZZ findet eine Verbreiterung desselben statt. Den ertheil von S füllt das durch K aufsteigende, noch un-ılirte Gas aus, während der Raum S' das durch das iche Röhrchen L aufsteigende, bereits regulirte Gas ent-

hält. Was endlich den letzten Raum S" betrifft, so ist dieser durch die horizontale Wand J in zwei Theile geschieden: der Untertheil ist leer und von allen Seiten luftdicht abgeschlossen, so daß er im Stande ist, im Vereine mit dem Gasdrucke die Glocke sammt Allem, was sie zu tragen hat, schwimmend zu erhalten. Der Obertheil dagegen ist mit Wasser gefüllt, welches durch die Oeffnung w eindringen und bei x überlaufen kann, welche Anordnung den Zweck hat, jenen Einfluß aufzuheben, welchen sonst das Verdunsten einer Regulatorfüllung auf die Stellung des Ventils nothwendig ausüben würde.

Das Gas tritt also bei A ein und gelangt, das Ventil V passirend, in der Richtung der Pfeile bei B in die Leitung zu den Flammen. Auf diesem seinem Wege drückt dasselbe auf das Ventil V und ist bestrebt, dieses zu öffnen. Ein Theil dieses Gasstromes steigt aber durch das Rohr K in den Centralraum S der Glocke und drückt diese nach aufwärts. Da nun an dieser letzteren das Ventil V hängt, so wird dasselbe um so stärker zugezogen, je stärker es gleichzeitig von dem vorerwähnten directen Gasdrucke geöffnet wird. Nachdem aber der Querschnitt des Centralraumes S genau so groß ist, wie die Fläche des Ventilsitzes, so wirken die beiden in Rede stehenden Kräfte auf das Ventil nicht nur stets im entgegensetzten Sinne, sondern auch mit völlig gleicher Kraft nach beiden Richtungen hin. Dadurch ist denn das Ventil immer und unter allen Umständen vom wechselnden Drucke des noch unregulirten Gases vollkommen unabhängig.

Die Stellung eben dieses Ventils ist also nur noch von dem Drucke jenes Gases abhängig, welches den Ventilsitz bereits passirt hat, mit anderen Worten von der jeweiligen Anzahl und Gattung der in der Leitung befindlichen Brenner, *mithin von* dem thatsächlich auftretenden Gasbedarfe. Im

Verhältniß zu diesem Gasbedarfe steigt das Gas durch das Röhrchen L in den Glockenraum S^1 und würde dessen Druck nach aufwärts das Ventil permanent geschlossen halten, wenn nicht die als Gegengewicht wirkende Belastungsplatte P vorhanden wäre, welch' letztere so gewählt wird, daß den Flammen (einerlei, wie viele von denselben brennen) nie mehr, aber auch nie weniger Gas zuströmt, als dieselben zur Entwickelung ihrer vollen Leuchtkraft benöthigen.

XXXIII.

Gasconsum-Regulatoren.

Während die soeben besprochenen Regulatoren dazu berufen und auch geeignet sind, den Gasdruck innerhalb der ganzen Hausleitung auf constanter Höhe zu erhalten, und dies zu dem Zwecke, um die Größe des Gasconsums aller vorhandenen Brenner sowohl von den jederzeit zu gewärtigenden Störungen der Druckverhältnisse im Straßenrohrnetze, wie auch von der etwa sich ändernden Anzahl der Flammen derselben Hausleitung möglichst unabhängig zu machen, fällt den Consum-Regulatoren (auch Einzelflammen-Regulatoren genannt) eben diese Aufgabe blos in Beziehung auf die gerade mit einer solchen Vorrichtung versehenen einzelnen Brenner zu.

Angesichts dieser Sachlage wirft sich denn wohl von selbst die Frage auf: Welchen von diesen beiden Systemen soll also der Vorzug gegeben werden?

Bei der Beantwortung dieser Frage müssen unserer Ansicht nach zwei Fälle wohl von einander geschieden werden, nämlich:

1. Der Fall, wobei die fragliche Hausleitung und das Straßenrohrnetz innerhalb eines gewissen Zeitraumes voraussichtlich keinerlei wesentlichen Aenderungen hinsichtlich ihrer Inanspruchnahme unterworfen erscheinen;

2. der Fall, wobei nach dieser Richtung hin entweder in der Hausleitung oder im Straßenrohrnetze oder selbst dort und hier zugleich wesentliche Aenderungen zu gewärtigen sind.

Zur Klarstellung dieser beiden Fälle möge zunächst die Betrachtung einer Gasrechnung dienen, worüber der Verfasser dieses Buches vor einiger Zeit sich zu äußern Gelegenheit hatte. Es handelte sich hierbei um ein Hotel-Unternehmen ersten Ranges in Wien. Dasselbe ist mit 205 Gasbrennern gleicher Art versehen, wovon jeder einzelne bei einem Drucke von etwa 20 Mm. im Mittel 5 Kubikfuß englisch, also rund 142 Liter Gas stündlich verbrauchen sollte. Da diese Brenner zu den verschiedenen Jahreszeiten selbstverständlich auch in verschiedener Weise in Benützung stehen, so ist es wohl von selbst klar, daß die betreffenden Gasrechnungen in den auf einander folgenden Monaten ziemlich bedeutende Differenzen aufweisen müssen. Wenn aber einmal, wie dies gerade hier der Fall gewesen, eben diese Differenzen in den correspondirenden Monaten von zwei auf einander folgenden Jahren eine Höhe von über 300 Gulden erreichen, so muß dieser Erscheinung eine ganz besondere Ursache nothwendig zu Grunde liegen.

Mit dieser Untersuchung betraut, constatirte der Verfasser vor Allem, daß während des fraglichen Zeitraumes die

in Rede stehende Anlage durchaus keinerlei Aenderungen erfahren hatte; insbesondere war die Anzahl der Flammen und die Benützungsdauer derselben im Mittel die nämliche geblieben; zudem war der Gasmesser von Neuem geaicht und die Dichtheit der Leitung durch die Organe der Gasgesellschaft festgestellt worden.

Es handelte sich demnach in erster Linie darum, die Frage zu beantworten: Welches Gasquantum kann die besagte Anlage innerhalb einer bestimmten Zeitdauer unter normalen Verhältnissen überhaupt consumiren?

Zu dem Ende erschien es nöthig, die durchschnittliche Benützungsdauer jeder einzelnen der in Betracht kommenden Flammen zu ermitteln. Diese Ermittelung wurde auf den Monat September bezogen und ergab eine Anzahl von 1412 Flammen-Brennstunden pro Tag. Unter Zugrundelegung dieser Ziffer, deren Höhe in Wirklichkeit, wenn überhaupt, doch nur in den seltensten Fällen erreicht werden konnte, da bei der Ermittelung derselben mit Absicht immer nur die denkbar äußerste Inanspruchnahme der Anlage ins Auge gefaßt wurde, sollte sich der fragliche Gasconsum auf höchstens

$$1412 \times 142 = 200\,.\,504 \text{ Liter} = 200{\cdot}5 \text{ Kbm.}$$

pro Tag belaufen. Da nun das Leuchtgas in Wien den Privaten mit 9·5 kr. pro Kbm. in Rechnung gebracht wird, so konnte unter normalen Verhältnissen die betreffende Gasrechnung pro September im Maximum

$$200{\cdot}5 \times 9{\cdot}5 \times 30 = \text{fl. } 571{\cdot}50$$

betragen.

Diese Ziffer stimmt denn auch mit der Gasrechnung des correspondirenden Monates des Vorjahres ziemlich überein; in *derselben beziffert* sich nämlich die Gasausgabe

sammt Gasmesserrente auf fl. 496·71; zieht man hiervon die Rente im Betrage von fl. 4·23 ab, so beliefen sich die Beleuchtungskosten des gedachten Hotels in jenem Monate in der That auf nur fl. 492·48. Diese Gasrechnung zeigt also zur Evidenz, daß die fragliche Anlage entweder niemals während jener ganzen Zeitdauer in Benützung stand, welche oben mit 1412 Brennstunden pro Tag ermittelt wurde, oder daß die einzelnen Brenner auf eine Verbrauchsfähigkeit eingestellt waren, welche die vorhin angenommene maximale Höhe ihres Durchlaßvermögens nicht erreichte. Es stellt mithin die vorhin ermittelte Summe pro fl. 571·50 denjenigen Betrag dar, welcher unter normalen Verhältnissen die Benützung der fraglichen Beleuchtungsanlage während des Monats September im alleräußersten Falle kosten kann.

Dem gegenüber erscheint also nothwendig die hier in Frage gekommene Gasrechnung als eine nachgerade enorme Ueberschreitung der überhaupt möglichen Ausgabe: diese Rechnung stellt sich nämlich, nach Abzug der Gasmesserrente, auf fl. 803·68. Es bedeutet dies eine tägliche Gasausgabe von fl. 26·79, mithin einen täglichen Gasverbrauch von

$$\frac{2679 \times 1000}{9 \cdot 5} = 252 \text{ Kbm. Gas;}$$

es müßte demnach jeder der hierbei in Verwendung gestandenen Brenner 282.000 : 1412 = 200 Liter Gas pro Stunde consumirt haben, was unter normalen Verhältnissen völlig undenkbar ist.

Nachdem nun einerseits die Möglichkeit eines Irrthums seitens der Gasgesellschaft bei der Aufstellung der betreffenden Rechnung von vornherein ausgeschlossen bleibt, nachdem andererseits eine irrige Angabe des Gasmessers mit Rücksicht *auf die kurz* vorher erfolgte neuerliche Aichung desselben

gleichfalls nicht denkbar ist, nachdem endlich die Dichtheit der Leitung von der Gasgesellschaft selbst constatirt worden ist — mußte nothwendig gefolgert werden, daß entweder das in dem fraglichen Jahre zum Verbrauch gelangte Gas specifisch wesentlich leichter gewesen im Vergleich zu demjenigen des Vorjahres, oder daß die fragliche Anlage nunmehr unter einem wesentlich höheren Drucke steht, oder endlich, daß seither diese beiden ungünstigen Verhältnisse gleichzeitig zur Wirkung gelangt sind. Es blieb daher zur Beseitigung des einmal eingetretenen Mißstandes nachgerade nichts Anderes übrig, als sämmtliche Gasbrenner auf ihre nunmehrige zweckdienliche Verbrauchsfähigkeit zu prüfen, darauf zu adjustiren und den solcherart ermittelten Gasbedarf einerseits durch Einschaltung von verläßlichen Druck-Regulatoren gegenüber den Druckschwankungen im Straßenrohrnetze, andererseits durch Anbringung von zweckdienlichen Consum-Regulatoren vor den nachtheiligen Einwirkungen der einmal bestehenden, nicht zweckmäßig dimensionirten Leitung wirksam zu schützen.

In einem anderen Falle, wobei es sich um die Beleuchtung eines großen Kaffeehauses in Wien handelte, welches mit Brennern von verschiedener Art versehen war, trat die merkwürdige Erscheinung zu Tage, daß durch die Einschaltung von Druck-Regulatoren ein Theil der Anlage in der gewünschten Weise functionirte, während ein zweiter Theil derselben ganz und gar nicht zur Wirkung gelangen konnte. Der Grund dieser Erscheinung lag einfach darin, daß, während eine gewisse Anzahl von Brennern (»Albocarbon-Brenner«) einen verhältnißmäßig geringen Druck erforderte, bei Ueberschreitung dieser Druckgrenze aber die betreffenden Flammen zu qualmen begannen, eben dieser höhere Druck noch immer ungenügend war, um die andere Gruppe von Brennern (Auer's Gasglüh-

licht) mit dem erforderlichen Gasquantum zu versehen. In diesem Falle mußte man also den vom Regulator abhängenden Druck lediglich auf diese letztgenannte Anzahl von Brennern beziehen, die erstere Gruppe von Brennern dagegen mittelst Consum-Regulatoren versehen, um dadurch in beiden Theilen der Anlage die gewünschte Wirkungsweise herbeizuführen.

Es folgt hieraus, daß die Wahl der zweckdienlichen Gasregulirungsmethode füglich ganz und gar von den jeweilig gegebenen örtlichen Verhältnissen abhängt, so daß auf Grund der Erhebung dieser letzteren erst der Installateur in der Lage ist, sich für die Anwendung von Druck- oder von Consum-Regulatoren, oder von beiden zugleich entscheiden zu können.

Fig. 69.



Was nun die Art der Functionirung der in Rede stehenden Consum-Regulatoren betrifft, so dürfen wir uns wohl im Hinblicke auf die mehrfach beschriebenen Vorrichtungen ähnlicher Art ganz kurz fassen. Wir wählen zu dem Ende blos den von Flürscheim construirten trockenen Regulator (Fig. 69), und dies aus dem Grunde, weil er unserer Ansicht nach in der denkbar einfachsten Weise die Erreichung des angestrebten Zieles ermöglicht und sichert. Derselbe besteht im Wesentlichen aus dem zweitheiligen Gehäuse a, worin sich eine Metallplatte b befindet, deren mittlere Oeffnung mit einem Röhrchen c correspondirt, das in dem doppelten Boden des Gehäusobertheiles seine Führung erhält. Tritt nun das Gas bei d in den Regulator unter einem Drucke ein, welcher das

Gewicht der besagten Scheibe überschreitet, so wird diese letztere gehoben; mit dieser Scheibe hebt sich aber gleichzeitig auch das Röhrchen c, welches dadurch, daß es sich dem festen Gehäuse a mehr oder weniger nähert, den Gasdurchlaß zum Brenner mehr oder weniger einengt. Ein gänzlicher Abschluß des besagten Durchlasses kann aber hierbei aus dem Grunde nicht eintreten, weil selbst in dem Falle, als das Röhrchen c denselben gänzlich verschließen sollte, das nachströmende Gas durch eine in eben jenem Röhrchen seitlich angebrachte kleine Oeffnung austreten kann und dieses Gasquantum von oben herab einen Gegendruck auf die Metallplatte b ausübt, so daß die einmal fixirte Größe des Gasdurchlasses stets constant bleibt.

Diese selbstthätige Freihaltung des Gasdurchlasses wird bei anderen Regulatoren mittelst einer vom Gase verdrängten Flüssigkeitssäule, bei anderen wieder durch eine bewegliche Membrane bewirkt. Welchem von diesen drei Systemen aber der Vorzug zu geben sei, kann erfahrungsgemäß nur in jedem besonderen Falle entschieden werden, denn das betreffende System bietet an und für sich noch durchaus keine Gewähr, dafür, daß das jeweilig vorliegende Object auch anstandslos functioniren muß. Es muß demnach jeder einzelne Regulator, einerlei ob dieses oder jenes Systems, vor seiner Aufstellung genau geprüft werden. Bei dieser Prüfung ist insbesondere darauf Bedacht zu nehmen, daß der fragliche Regulator bereits bei der untersten Grenze des zu gewärtigenden Druckes leicht und sicher zu functioniren im Stande sei. Diese Vorsicht ist bei jeder solchen Prüfung zu beobachten, um so gewissenhafter aber dann, wenn das betreffende Object von anderswo bezogen wird, weil in diesem letzteren Falle die Adjustirung desselben unter Zugrundelegung jenes mittleren *Gasdruckes* und jenes specifischen Gewichtes

erfolgte, die gerade an dem Orte herrschen, wo der Apparat erzeugt wurde — zwei wesentliche Factoren, die im Allgemeinen durchaus verschieden sein können von denjenigen, unter denen dasselbe nunmehr zur Verwendung gelangen soll. Dem Verfasser sind zahlreiche Fälle bekannt, wobei sonst vollkommen tadellose Regulatoren nur in Folge der Außerachtlassung dieser beiden Umstände nach kurzer Zeit wieder abgenommen und in die Rumpelkammer geworfen wurden. Erwägt man nun noch den ferneren Umstand, daß die Herstellung dieser erfreulicher Weise mehr und mehr sich einbürgernden Vorrichtungen nur auf fabriksmäßigem Wege bewältigt werden kann, daß man es daher füglich jederzeit blos mit einer billigen Handelswaare zu thun hat, einer Verrichtung also, an die von vornherein die Bedingung einer absoluten Präcision schlechtweg nicht gestellt werden darf, welche Vorrichtung vielmehr nur in dem Maße den an sie billig zu stellenden Anforderungen zu entsprechen vermag, als man zu ihrer Herstellung eine größere oder geringere Sorgfalt verwendete — so wird man wohl einräumen, daß der Verwendung dieser Apparate unter allen Umständen eine genaue Untersuchung derselben auf ihre Brauchbarkeit unbedingt vorangehen muß. Selbst unter Einhaltung dieser unumstößlichen Vorbedingung werden die in Rede stehenden Vorrichtungen zwar noch immer nicht jene Ersparniß ermöglichen, die seitens einer marktschreierischen Reclame nur zu häufig in fettgedruckten Prospecten ausposaunt zu werden pflegt; diese Ersparniß wird jedoch, wie die Erfahrung lehrt, immerhin eine so bedeutende sein, daß der Geldwerth derselben die Kosten für die Anschaffung jener Vorrichtungen schon in verhältnißmäßig ganz kurzer Zeit reichlich zu decken vermag.

XXXIV.

Regulatoren vor Gasmaschinen.

Wie wir im Laufe unserer vorstehenden Untersuchungen gesehen, kann das bei seinem Austritte in die freie Atmosphäre angezündete Leuchtgas in Folge verschiedener Ursachen mit unruhiger Flamme verbrennen, und zwar:

1. beim Vorhandensein eines nicht genügend starken Gaszuflusses, in welchem Falle die Abhilfe entweder in der Einführung von verhältnißmäßig kleineren Lichtquellen oder in der Anlage einer neuen Leitung von entsprechend weiterem Durchmesser allein gefunden werden kann;

2. beim Vorhandensein eines nicht genügend starken Luftzuflusses, in welchem Falle darauf zurückgeschlossen werden muß, daß der betreffende Brenner mit einer Gasmenge gespeist wird, welche diejenige wesentlich überschreitet, die seiner Construction zu Grunde liegt, so daß die Auswechselung eben jenes Brenners unbedingt erforderlich ist;

3. bei plötzlichen Aenderungen des Gasdruckes im Straßenrohrnetze, beziehungsweise in der Hausleitung.

Finden nun diese Aenderungen des Gasdruckes zwar in hohem Grade, aber nur vorübergehend statt, wie dies beispielsweise unmittelbar vor Inbetriebsetzung der öffentlichen Beleuchtung der Fall ist; oder hat man es mit Druckschwankungen zu thun, welche zwar continuirlich, aber in geringem Grade auftreten, wie dies bei successiver Inanspruchnahme einer gegebenen Anlage wahrgenommen werden kann, so ist dagegen in der Benützung der soeben beschriebenen

Druck- und Consum-Regulatoren ein wirksames Mittel geboten.

Nicht so bei Beleuchtungsanlagen, welche sich in unmittelbarer Nähe von Gasmotoren befinden, in welchem Falle die betreffenden Flammen, von der rückweisen Bewegung des Gasstromes in der fraglichen Leitung beeinflußt, zu einem intermittirenden, überaus lästigen, ja nachgerade unerträglichen Zucken veranlaßt werden.

Die zahlreichen Mittel und Mittelchen nun, welche zur Beseitigung dieses Uebelstandes bisher vorgeschlagen wurden (als: Ventile aller Art, Gummibeutel rc.), wollen wir gar nicht erwähnen, sondern uns lediglich darauf beschränken, eine Vorrichtung in Kürze zu beschreiben, welche, wie die Erfahrung gezeigt, sich unter allen Constructionen ähnlicher Art vorerst am besten bewährt hat: wir meinen den Druck-Regulator vor Gasmotoren von E. Schrabetz, Ingenieur in Wien.

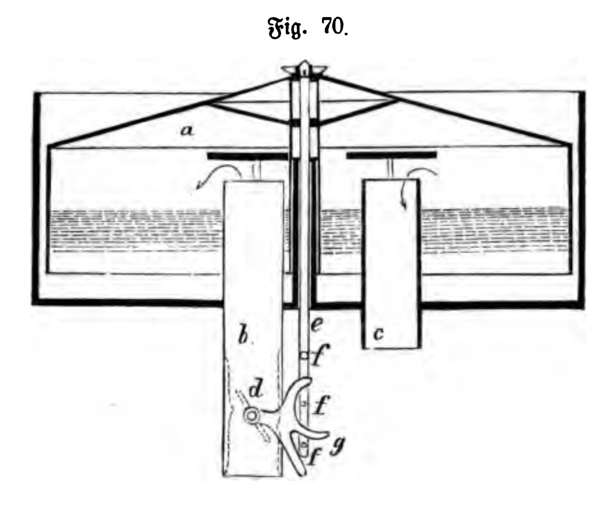
Dieser vor dem Motor in die Leitung einzuschaltende Apparat (»Antifluctuator« genannt) besteht, wie aus der nebenstehenden schematischen Zeichnung (Fig. 70) ersichtlich, aus einer auf Wasser schwimmenden Blechglocke a mit verticalen dünnen Seitenwänden, in welche Glocke das Gas durch eine Leitung b zu- und eine Leitung c zum Motor weiter geführt wird.

In der Zuleitung befindet sich eine Klappe d, welche mit der besagten Glocke durch eine Spindel e, die daran angebrachten drei Stifte f und den Kamm g in Beziehung steht, wobei — wie ohneweiters ersichtlich — der Glocke ein gewisser Spielraum gestattet ist, ohne daß die Klappe durch die genannten drei Stifte beeinflußt werden kann. Der Kamm g hat solche Schleifcurven, daß selbst bei rascher Glockensenkung die Bewegung der Klappe ganz sanft erfolgt. Letztere schließt

die Zuleitung ab, bevor noch die Glocke in die höchste arretirte Stellung kommt.

Die Wirkungsweise des Apparates beruht nun zunächst darauf, daß die in Rede stehende Glocke in Folge ihrer Belastung die in dieselbe einströmende Gasmenge unter einem Drucke (dem Glockendrucke) erhält, welcher geringer ist im Vergleich zu dem in der Leitung überhaupt zu gewärtigenden

Fig. 70.



Minimaldrucke (dem Leitungsdrucke). Wird aber durch den Motor das Gas stoßweise mit Gewalt abgesaugt, so sinkt die Glocke rasch um einige Millimeter herab. Bei dieser ihrer Bewegung findet indeß die Glocke selbst in Folge ihrer dünnen Seitenwände so wenig Widerstand, daß gegenüber der großen Fläche der Glocke keine Druckänderung in derselben wahrnehmbar ist, daher das Gas unter unveränderten Druckverhältnissen weiter fließt und dadurch ein Zucken der davon abhängigen Flammen vollständig vermieden wird.

Die Glocke sinkt also rasch bei jeder Cylinderfüllung und steigt dann langsam bis zur nächsten Gasentnahme. Nachdem aber behufs Regulirung des Ganges des Motors entweder die Cylinderfüllung variabel gemacht oder zu einzelnen Füllungen kein Gas verwendet wird, so ergeben sich zwischen dem Consum und der Zufuhr des Gases mehr oder minder große Differenzen, in Folge dessen die Glocke, auch von der Gasentnahme durch den Motor selbst völlig absehend, successive steigen und sinken muß. Wird hierbei für die Arbeit des Motors zu viel Gas zugeführt, so steigt die Glocke, in Folge dessen die Zuleitung durch die Klappe mehr oder minder verengt wird; im Gegenfalle findet natürlich eine Erweiterung der Zuleitung statt, worauf für eine gewisse Zeit der Gleichgewichtszustand hergestellt erscheint.

Bei sehr unregelmäßigem Gange des Motors, wobei also nur in längeren Zwischenräumen Füllungen stattfinden, wird die Glocke nothwendiger Weise höher steigen, endlich arretirt werden; in diesem Falle wird dann der Glockendruck in Folge undichten Klappenschlusses successive bis zur Höhe des Leitungsdruckes steigen. Erfolgt nun hierbei eine neue Füllung, so ist der Glocke genügender Spielraum für einen Niedergang bei geschlossener Klappe gegeben, so daß der in der Glocke stattfindende Druckausgleich nicht mehr auf die in der Leitung eingeschlossene Gasmenge wirken kann; in diesem Falle ist also der Normalzustand wieder hergestellt, bevor noch die Klappe geöffnet wird.

Gerade in diesem Umstande ist der Hauptvorzug des »Antifluctuators« vor allen übrigen Vorrichtungen ähnlicher Art zu erblicken. Denn während diese letzteren nur auf ganz kurze Zeit und nach sorgfältigen Hahnstellungen das während *des Ausbleibens* von Füllungen zufließende Gas aufspeichern

können, so daß jedes Ausbleiben rasch fühlbar werden muß, nimmt der »Antifluctuator« nur bei sehr unregelmäßigem Maschinengange in längeren Pausen, dann aber auch nur ganz langsam und ohne Stoß die im Verhältniß zum Gasconsum erforderlichen Regulirungen vor.

Der Apparat bietet aber noch den Vortheil, daß bei dessen Anwendung Motoren in ganz correctem Betriebe erhalten werden können, wo unter Umständen Gummibeutel u. dgl. absolut versagen. Wird nämlich in Folge zu schwachen Gasdruckes, beziehungsweise wegen zu enger Leitung, nicht genügend viel Gas der betreffenden Vorrichtung zugeführt, so wird dieses Gasquantum bald ausgesaugt, und bleibt in Folge dessen der Motor stehen. Nachdem es nun für den Gang des Motors praktisch ganz gleichgiltig ist, ob derselbe Gas von + 10 Millimeter Druck (10010 Millimeter absolute Spannung), oder 0 Millimeter Druck, oder selbst — 10 Millimeter Druck (9990 Millimeter absolute Spannung) ansaugt, da hierbei die Volumsdifferenz nur etwa 0·2 Procent ausmacht und das Einlaßventil des Motors weitaus nicht im Stande ist, so geringe Unterschiede herzustellen — so wird man durch die Anwendung des »Antifluctuators« in die Lage gesetzt, in dem Falle, als das Gewicht der Glocke verringert oder selbst negativ gemacht werden sollte, eine künstliche Druckdifferenz zwischen Leitungs- und Glockendruck herzustellen, wodurch ein entsprechender Gaszufluß aus der Leitung bewirkt wird. In diesem Falle wird die Glocke an einem Balancier aufgefangen und je nach Erforderniß entlastet.

Für große Motoren muß die Glocke und ebenso die Oscillation größer gemacht werden; die Trägheit der Glockenmasse macht sich dann durch kleine Druckschwankungen fühlbar. Deshalb wird in solchen Fällen das Gas zuerst in einen

kleinen Apparat und von diesem dann in einen großen geleitet, von wo aus es dem Motor zugeführt wird. Die Glockenspannung im kleinen Apparate muß hierbei selbstverständlich größer sein, als jene im großen Apparate, um das constante Ueberfließen zu bewirken: der kleine Apparat beseitigt solcherart bei sehr schwachen Oscillationen jede noch so geringe Druckschwankung.

Die Wartung der beschriebenen Vorrichtung beschränkt sich auf das tägliche Nachfüllen von Wasser, wobei der Ueberschuß bei einer Zapfschraube abfließt, und auf eine zeitweise Oelung der Centralspindel. Bei Einstellung des Betriebes wird der Gashaupthahn geschlossen: der Motor saugt alles Gas aus der Glocke; dann tritt bei tiefster Stellung derselben Luft in die Glocke ein, worauf der Motor endlich stehen bleibt.

XXXV.

Relativer und absoluter Gaspreis.

In wohl allen mit Gas versehenen Städten macht sich nach mehr oder minder langen Zeitabläufen seitens der Gasconsumenten das Bestreben kund, den ursprünglichen Gaspreis herabgemindert zu sehen — ein Bestreben, welches aus dem Grunde als ein vollauf berechtigtes zu bezeichnen ist, weil unter der Voraussetzung, daß die betreffende Unternehmung auf wirklich rationeller geschäftlicher Basis beruhte, nach Ablauf eines gewissen Zeitraumes in der That ein gut Theil

jenes Anlagecapitals wieder hereingebracht sein mußte, welches beim Beginne auf demselben lastete. So hat denn u. A. auch die Gemeinde Wien vor etwa drei Jahren seitens der englischen Gasgesellschaft gegen Verzichtleistung auf das ihr bis dahin eigen gewesene Recht der Vertragskündigung eine Preisermäßigung im Betrage von 2 kr. pro Kbm. bezüglich der öffentlichen und eine solche von 1/2 kr. bezüglich der privaten Beleuchtung zugestanden erhalten.

Der Geldwerth einer solchen Preisermäßigung ist in Beziehung auf die öffentliche Beleuchtung ganz unschwer zu berechnen, denn die Anzahl der Straßenflammen ist genau bekannt, der stündliche Gasconsum jeder derselben von vornherein fixirt und durch die Anwendung von Regulatoren gesichert, so daß der aus diesen beiden Factoren und der Anzahl der jährlichen Brennstunden resultirende Productwerth dem jeweilig in Rechnung zu bringenden Gasverbrauche vollkommen entspricht. Da nun überdies die bezüglich der Controle über die bedungene Qualität des Leuchtgases vereinbarten Bestimmungen nach wie vor in Kraft bleiben, so erzielt die genannte Commune von nun ab eine reelle Ersparniß, und zwar eine solche, deren Geldwerth den diesbezüglichen officiellen Berechnungen zufolge sich jährlich auf rund fl. 90.000 beläuft.

Es würde indeß durchaus irrig sein, wollte man eine analoge Berechnungsweise auch auf die private Gasbeleuchtung anwenden und daraufhin die Ersparnisse beziffern, welche bei den einzelnen Einrichtungen dieser Art in Beziehung auf gewisse Zeiträume erzielt werden können. Denn hier muß, wie übrigens ganz von selbst begreiflich, die fragliche Verrechnung auch fernerhin auf die Angaben des betreffenden Gasmessers allein basirt werden, so daß die solcherart ermittelte, also überhaupt *eingelassene Gasmenge* es ist, die hier zur Verrechnung

kommt, gleichgiltig, ob dieselbe in zweckdienlicher oder in unvortheilhafter Weise zur Verwendung gelangte, oder gar in unbeabsichtigter Weise ausströmte. Es hängt demnach ganz und gar von dem Gasconsumenten allein ab, in welchem Maße derselbe aus der besagten Preisermäßigung Nutzen zieht, denn es handelt sich hier nicht um einen Stoff, dessen Verwohlfeilung sich direct äußert (wie etwa bei Nahrungsmitteln, Kleidungsstoffen, festen Rohmaterialien u. dgl.), sondern um einen solchen, aus dem die verlangte Lichtwirkung erst gewonnen werden muß, was aber offenbar nur dann möglich ist, also im Verhältniß zu dem nunmehr billiger gewordenen Rohstoffe, dem Leuchtgase, thatsächlich auch billiger beschafft werden kann, wenn dieses letztere in möglichst vollständiger Weise ausgenützt und wenn überdies das ihm dadurch entnommene Product, das Licht, in rationeller Weise zur Anwendung gebracht wird.

Dieser Sachlage gegenüber wirft sich denn die gewiß ganz nahe liegende Frage auf: Steht die Leistung unserer Beleuchtungs-Einrichtungen im richtigen Verhältniß zu dem Gasconsum oder nicht?

Diese Frage kann sich auf Grund der im Vorstehenden entwickelten Principien nunmehr wohl jeder Installateur leicht beantworten, indem er die jeweilig gegebene Anlage einer Prüfung unterzieht, um auf diesem Wege zu ermitteln:

1. Ob die Construction des betreffenden Brenners, insbesondere die Größe seiner Querschnittsöffnung der Qualität des zur Verwendung kommenden Leuchtgases genau angepaßt ist;

2. ob jeder einzelne Brenner gerade mit jener Gasmenge gespeist wird, welche seiner eigenartigen Construction zu Grunde gelegt erscheint;

3. ob die zur Beleuchtung eines gegebenen Raumes erforderlichen Brenner ihrer Größe nach richtig gewählt und zudem an geeigneter Stelle angebracht sind;

4. ob hierbei Lichtverluste in Folge der Anwendung von Lampenglocken und sonstigen Vorrichtungen möglichst hintangehalten werden;

5. ob die betreffende Leitung, beziehungsweise jeder einzelne Brenner, mit einem erfahrungsgemäß gut functionirenden, den gegebenen Verhältnissen besonders angepaßten Regulator versehen ist.

Frage sich nun der Gasconsument, ob und in welchem Maße gerade seine Einrichtung diesen Principien zu entsprechen vermag, und er wird — dies lehrt uns die tägliche Erfahrung und bestätigt es uns auch nur zu deutlich die exacte Messung — ohneweiters bekennen müssen, daß er es füglich nur einem glücklichen Zufalle zu verdanken hat, wenn seine Beleuchtungsanlage gerade nicht ärger functionirt, als sie es eben thut. Wer fragt da lange nach der eigenartigen Construction des Brenners und der besonderen Qualität des zur Verfügung stehenden Gases? Wer kümmert sich wohl um die Verbrauchsfähigkeit des Beleuchtungsobjectes? Wer übt denn gar einen besonderen Einfluß auf die örtliche Aufstellung desselben? Wer beachtet den durch künstliche Mittel verursachten, nicht selten bis zu 40 Prozent betragenden Lichtverlust? Wer legt denn endlich ein besonderes Gewicht auf die Wirksamkeit der Regulatoren? Der Hausherr läßt sich einfach verschiedene Kostenanschläge vorlegen, vergleicht dieselben in den Hauptziffern unter einander, wählt hieraus selbstverständlich den billigsten heraus — und nun hat der Installateur seines Amtes zu walten. Dieser verspürt im All-

gemeinen natürlich auch keine sonderliche Lust, sich durch Anschaffung gerade der besten Beleuchtungsobjecte die übernommene Arbeit zu vertheuern, oder gar noch kostspielige Regulatoren damit in Verbindung zu bringen, denn diese waren ja schon der leidigen Concurrenz halber auch in dem Voranschlage wohlweislich nicht berücksichtigt worden. Schließlich, je eher, desto besser, steht die Einrichtung fertig da und wird dieselbe nach leicht bestandener Dichtigkeitsprobe dem Betriebe übergeben. Im ersten Monate geht dann in einigen Fällen die Sache noch leidlich; liegt aber die Rechnung der Gasanstalt einmal vor, dann heißt es: Sparen! Aber nur wie? Sehr einfach: der Gasmesserhahn darf von nun an nur etwa bis zur Hälfte geöffnet werden, so daß die einzelnen Flammen auf den möglichst ökonomischen Verbrauch (soll richtig heißen: auf die denkbar unvernünftigste Art) reducirt erscheinen. Die erste halbe Stunde wirkt denn auch dieses Mittel anscheinend ganz nach Wunsch: wird jedoch bald darauf die öffentliche Beleuchtung in Betrieb gesetzt und dem entsprechend auch vom Gaswerke aus ein stärkerer Druck ausgeübt, so schnellen die Flammen plötzlich in die Höhe, summen und sausen und lassen eine Menge Gas, zum großen Theil noch unverbrannt, hindurch.

Und dabei bleibt es zumeist, denn man kann füglich doch nicht den ganzen Abend beim Gasmesser stehen! Gewiß nicht — aber man sei dann auch nach einer anderen Richtung hin gerecht und fordere nicht, daß die oben erwähnte Preisermäßigung sich so ganz von selbst und schon in der nächsten Gasrechnung in Gestalt einer gewaltigen Ersparniß einstelle. Die Möglichkeit hierzu ist allerdings gegeben, denn da bisher der Kubikmeter Gas 10 kr. kostete, so bedeutet die beispielsweise hier in Rede stehende Ermäßigung von einem halben

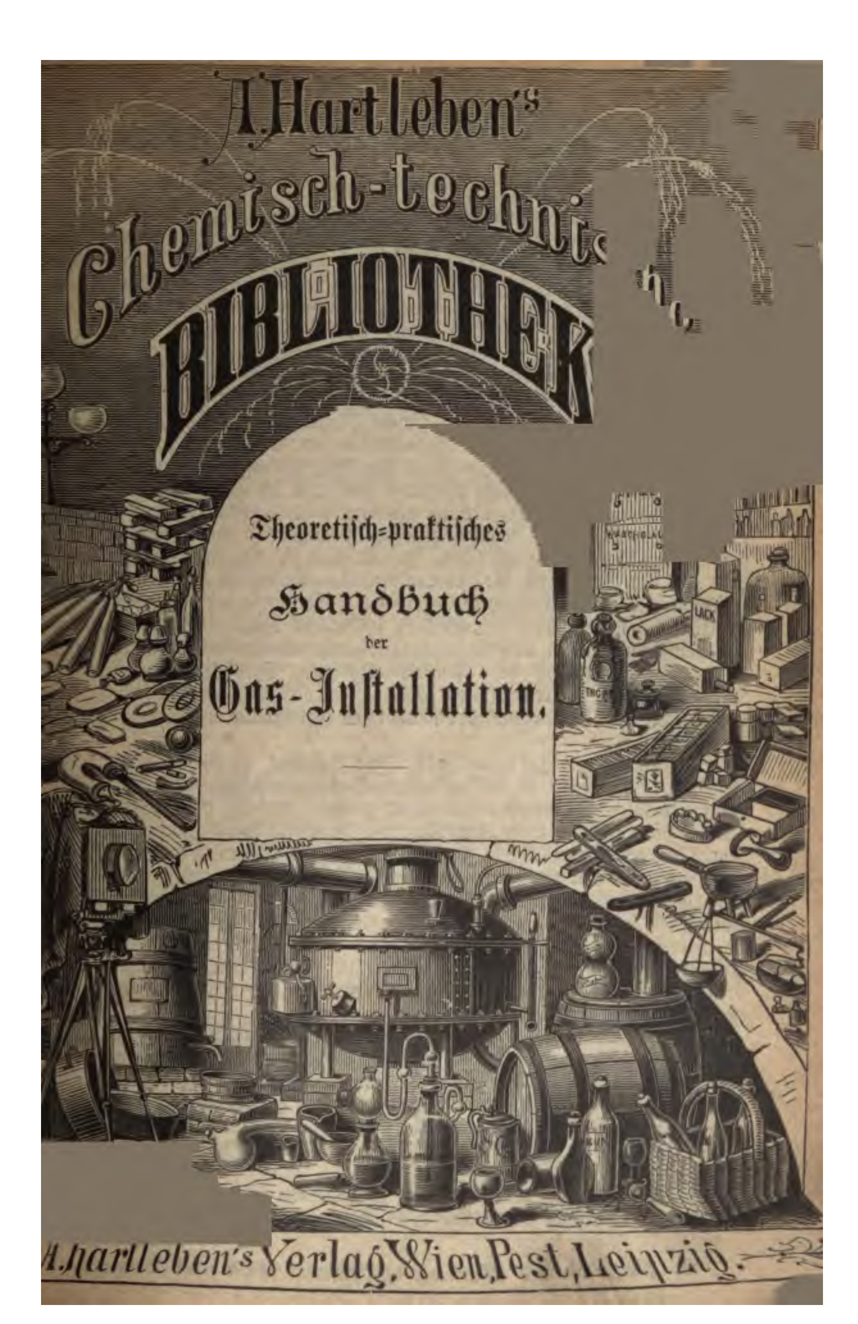
Kreuzer pro Kubikmeter nichts Anderes, als daß wir von nun ab gegen früher je 50 Liter Gas ganz umsonst verbrauchen können. Ja, verbrauchen; dies ist aber bekanntlich nicht gleichbedeutend mit verschwenden. Wir verschwenden indeß thatsächlich, und zwar häufig ein noch bedeutend größeres Gasquantum pro Stunde, wenn, ganz abgesehen von den sonstigen vorbenannten Rücksichtnahmen, unsere Brenner, anstatt mittelst zweckdienlich wirkender Regulatoren hinsichtlich ihrer Verbrauchsfähigkeit in rationeller Weise beschränkt zu sein, dem blinden Zufalle überantwortet bleiben.

Man stelle sich doch einmal etwa ein Stiegenhaus in der Nähe eines Theaters vor; dasselbe sei mit nur 10 Brennern versehen, wovon jeder 130 Liter Gas stündlich consumirt. Nach beendigter Vorstellung treten plötzlich mehrere hundert Flammen außer Betrieb, in Folge dessen der Druck im Rohrnetze um etliche Millimeter steigt. Die Brenner im gedachten Stiegenhause verbrauchen nunmehr wenigstens 150 Liter pro Stunde, was in unserem Falle einer Gasverschwendung von 200 Litern entspricht. Die Rechnung stellt sich demnach wie folgt: Standen früher und stehen noch jetzt Regulatoren in Verwendung, so verbraucht die fragliche Anlage 1300 Liter Gas pro Stunde; dieselbe kostete also früher 13 kr. und jetzt 12·35 kr., mithin werden nunmehr 0·65 kr. stündlich erspart. Angenommen also, es wäre keinerlei Preisermäßigung eingetreten, man würde sich aber vor jeder Gasverschwendung geschützt haben, so konnte man die obigen 200 Liter Gas = 2 kr., also weit mehr als eben jenen Betrag ersparen, der uns erst durch die Preisermäßigung zugute kommt. Findet dagegen nach eingetretener Preisermäßigung die angenommene Gasverschwendung von 200 Litern statt, so kostet unsere Beleuchtung dessenungeachtet $1·5 \times 9·5 = 14·25$ kr., während

sie früher trotz des höheren Gaspreises, aber bei rationellem Betriebe, blos 13 kr. gekostet.

Schon aus diesem einfachen Zahlenbeispiele und der ihm zu Grunde liegenden sehr bescheidenen Anlage dürfte sich klar ergeben, daß es ganz und gar nur von dem Gasconsumenten, beziehungsweise von dem ihn berathenden Installateur selbst abhängt, die Kosten der Beleuchtung wesentlich zu vermindern, daß dagegen jedes noch so weitgehende Zugeständniß von Seite der betreffenden Gasanstalt nach dieser Richtung hin bestenfalls einen nur äußerst bedingten Werth hat. Denn, um zum Schlusse das Gesagte noch kurz zusammenzufassen: Nicht der Preis des Leuchtgases an und für sich bestimmt die Kosten der betreffenden Anlage, sondern die Größe des Nutzeffectes im Allgemeinen ist es, welchen wir aus der fraglichen Gasmenge zu gewinnen vermögen. Bei Beleuchtungsanlagen insbesondere kann also nicht dadurch, daß die betreffenden Brenner billiges Gas consumiren, sondern dadurch, daß sie gerade nur so viel davon verbrauchen, als zu ihrer günstigsten Lichtentfaltung erforderlich ist, der Gasconsument vernünftig sparen.

Sach-Register.


A. Hartleben's
Chemisch-techni
BIBLIOTHEK
Theoretisch-praktisches
Handbuch
der
Gas-Installation.
A. Hartleben's Verlag. Wien, Pest, Leipzig.

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band einzeln zu haben.

Kein Zweig der menschlichen Thätigkeit hat in einer so kurzen Spann Zeit so bedeutende, wahrhaft riesige Fortschritte gemacht, wie die chemisch Wissenschaft und deren Anwendung auf die Gewerbe — die chemische Tech nologie; jedes Jahr, ja fast jeder Monat bereichert unser Wissen mit neue staunenswerthen Erfindungen auf chemisch-industriellem Gebiete.

Die chemischen Gewerbe haben das Eigenthümliche, daß sie ein vi rascheres Umsetzen des Capitals gestatten, als die mechanischen; während e bei diesen oft Monate lang dauert, bis das Object verkaufsfähig wird, ver wandelt der Industrielle auf chemischem Wege sein Rohmaterial in wenigen Tage oft selbst in wenigen Stunden in fertige Handelswaare. Wir erinnern hier nu an die Seifen-Fabrikation, die Fabrikation der Parfumerien, der Stärke, de Leimes, die Branntweinbrennerei, Essig-Fabrikation, Bierbrauerei u. s. w.

Die chemisch-technische Literatur hat aber im Großen und Ganzen ni mit den Fortschritten der Technik gleichen Schritt gehalten; wir besitzen zwe treffliche Quellenwerke, welche aber vom allgemein wissenschaftlichen Stand punkte gehalten, dem praktischen Fabrikanten in der Regel nicht das biete was für ihn Bedürfniß ist: ein compendiös abgefaßtes Handbuch, in welche frei von allem überflüssigen Beiwerke die Fabrikation der betreffenden Produc in klarer, leicht faßlicher, wahrhaft populärer Weise dargestellt ist und de neuesten Erfindungen und Erfahrungen entsprechend Rechnung getragen wir

Die Mehrzahl der chemisch-technischen Specialwerke, welche unse Literatur besitzt, datirt meist aus älterer Zeit, oder sind von bloßen Theoretike verfaßt, denen die Kenntniß der **praktischen** Fortschritte auf chemisch-technische Gebiete mangelt.

Eine neue Zeit fordert neue Bücher. — In Erwägung der vo stehenden Thatsachen ist die gefertigte Verlagshandlung seit einer Reihe vo Jahren thätig, im Vereine mit einer großen Anzahl der eminentesten Fac männer und treu in ihrer Richtung: die Industrie durch Herausgabe wahrha populärer technischer Werke zu unterstützen, die **Chemisch-technische Biblioth** zu einer alle Gebiete der menschlichen Arbeit umfassenden Encyklopädie gestalten, in welche nach und nach alle Zweige der chemischen Industrie au genommen werden sollen. — Die Bearbeitung jedes Fabrikationszweiges lie in den Händen solcher Männer, welche durch ihre reichen wissenschaftliche Erfahrungen, sowie durch ihre bisherigen literarischen Leistungen die siche Bürgschaft dafür geben, daß ihre Werke das Beste bieten, das auf diese Gebiete gefordert werden kann.

Daß der von der unterzeichneten Verlagshandlung eingeschlagene W der Herausgabe einer chemisch-technischen Bibliothek der richtige sei, wird du die ausnahmslos höchst günstigen Besprechungen der bisher erschienen 170 Bände der »Chemisch-technischen Bibliothek« in den verschiedensten technisch und wissenschaftlichen Blättern des In- und Auslandes verbürgt.

Mitarbeiter für unsere »Chemisch-technische Bibliothek« sind uns ste willkommen.

Möge das Unternehmen dem allgemeinen Wohle jenen Nutzen bringe *welchen die* Schöpfer desselben als erstrebenswerthes Ziel im Auge habe

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

X. Band. **Die Essigfabrikation.** Eine Darstellung der Essigfabrikation nach den ältesten und neueren Verfahrungsweisen, der Schnell-Essigfabrikation, der Bereitung von Eisessig und reiner Essigsäure aus Holzessig, sowie der Fabrikation des Wein-, Trestern-, Malz-, Bieressigs und der aromatischen Essigsorten, nebst der praktischen Prüfung des Essigs. Von Dr. Josef Bersch. Dritte, erweiterte und verbesserte Aufl. Mit 17 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XI. Band. **Die Feuerwerkerei oder die Fabrikation der Feuerwerkskörper.** Eine Darstellung der gesammten Pyrotechnik, enthaltend die vorzüglichsten Vorschriften zur Anfertigung sämmtlicher Feuerwerksobjecte, als aller Arten von Leuchtfeuern, Sternen, Leuchtkugeln, Raketen, der Luft- und Wasser-Feuerwerke, sowie einen Abriß der für den Feuerwerker wichtigen Grundlehren der Chemie. Von Aug. Eschenbacher. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 49 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XII. Band. **Die Meerschaum- und Bernsteinwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange über die Erzeugung hölzerner Pfeifenköpfe. Enthaltend: Die Fabrikation der Pfeifen und Cigarrenspitzen; die Verwerthung der Meerschaum- und Bernstein-Abfälle, Erzeugung von Kunstmeerschaum (Masse oder Massa), künstlichem Elfenbein, künstlicher Schmucksteine auf chemischem Wege; die zweckmäßigsten und nöthigsten Werkzeuge, Geräthschaften, Vorrichtungen und Hilfsstoffe. Ferner die Erzeugung der Oelköpfe, geflammter, gesprengelter und Ruhlaer Waare. Endlich die Erzeugung der Holzpfeifen, hierzu dienliche Holzarten, deren Färben, Beizen, Poliren u. dgl. Von E. M. Raufer. Mit 5 Tafeln Abbildungen. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

XIII. Band. **Die Fabrikation der ätherischen Oele.** Anleitung zur Darstellung derselben nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Oele in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Oele auf ihre Reinheit. Von Dr. chem. George William Askinson, Verfasser des Werkes: Die Parfumerie-Fabrikation. 2. verbesserte und vermehrte Aufl. Mit 36 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XIV. Band. **Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- u. Handb. v. prakt. Seite bearb. u. herausg. v. Jul. Krüger. M. 41 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. = 7 M. 20 Pf.

XV. Band. **Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf prakt. Erfahr. begründ. gemeinverständl. Darstell. dieses Industriezw. in s. ganz. Umfange. Von F. Dawidowsky. 2. Aufl. Mit 27 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 M.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffel-, Weizen-, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke, der Tapioca u. s. w.; der Wasch- und Toilettestärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle, namentlich des Klebers und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers, Kartoffelmehles und der Zucker-Couleur. Ein Handbuch für Stärke- und Traubenzucker-Fabrikanten, sowie für Oekonomie-Besitzer und Branntweinbrenner. Von Felix Rehwald, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Zweite, sehr vermehrte u. verbesserte Aufl. Mit 28 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation,** die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten und die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie des Waschblaues. Ausführliche Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir- und Copirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, der chinesischen Tusche, lithographischen Stifte und Tinten, unauslöschlichen Tinten zum Zeichnen der Wäsche, der Bereitung des besten Waschblaues und der Stempeldruckfarben. Nebst einer Anleitung zum Lesbarmachen alter Schriften. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt von Sigmund Lehner, Chemiker und Fabrikant. Dritte Aufl. Mit erläuternden Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als: Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle f. Näh- u. andere Arbeitsmaschinen u. der Mineralschmieröle, Uhrmacheröle, ferner der Schuhwichse, Lederlacke, des Dégras u. Lederschmiere f. alle Gattungen von Leder. Von Rich. Brunner, techn. Chemik. 4. Aufl. Mit 5 erläuternden Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbeverfahren, nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenleder, des Juchten-, Saffian-, Corduan-, Chagrin- und Lackleders. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 43 Abbild. 35 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. = 7 M. 20 Pf.

A. Hartleben's Verlag in W[illegible] Pest und Leipzig.

XXXI. Band. **Die Fabrikation von Kunstbutter, Sparbutter und Butterine.** Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von Victor Lang. Zweite vermehrte Aufl. Mit 14 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

XXXII. Band. **Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart.** Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure 2c. 2c. Von Dr. Hermann Zwick. Mit 123 Abbild. und 2 Tafeln. 38 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 kr. = 8 M. 30 Pf.

XXXIII. Band. **Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.** Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der Email- und Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechend dargestellt von Dr. Josef Bersch. Mit 19 Abbild. 41 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 20 kr. = 7 M. 60 Pf.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zucker-Fabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von Dr. S. Pick; Fabrikant chemischer Producte. Zweite verm. Auflage. Mit 25 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkogravure** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von Julius Krüger. Zweite Auflage. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XXXVI. Band. **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von C. F. Capaun-Karlowa, Apotheker. Zweite, vielfach vermehrte Auflage. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von Carl Romen, Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 M.

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik.** Ausführliche praktische Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in allen seinen Einzelheiten. In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von Julius Weiß. Dritte Aufl. Mit 48 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von Antonio dal Piaz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 31 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers,** nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte. Von Dr. Georg Thenius, technischer Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von Dr. Jos. Bersch. Mit 14 Abb. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XLII. Band. **Desinfectionsmittel** oder Anleitung zur Anwendung der praktischesten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Stallungen, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtfelder u. s. w. zu desinficiren. Von Wilhelm Heckenast. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

XLIII. Band. **Die Heliographie,** oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodbury-Verfahren *(oder Reliefdruck)*, nebst anderweitigen Vorschriften. Bearbeitet von J. Husnik, *k. k. Professor in Prag.* Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 6 Illu*strationen und 5 Tafeln.* 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und häusliche Zwecke und der Aufbewahrung, Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von Friedrich Ritter. Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk u. Portland-Cement** nach Rohmaterialien, physikalischen u. chemischen Eigenschaften, Untersuchung, Fabrikation u. Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet v. Dr. H. Zwick. 28 Abb. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bisher bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von J. B. Miller, Glastechniker. Zweite Auflage. Mit 18 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe**, ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Mit einem Anhange, enthaltend: Die Hilfsmittel der submarinen Sprengtechnik (Torpedos und Seeminen). Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von Dr. Fr. Böckmann, techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von Dr. Theodor Koller. Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, der Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von Raimund Hoffer. Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei &c. Von Victor Joclét. Zweite Auflage. Mit 18 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von Dr. Willibald Artus, Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaillefabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunstindustrielle. Von Paul Randau, technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von Raimund Gerner, Glasfabrikant. Mit 50 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte.** Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung und Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillationsproducte, Holztheerpech und Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chemiker, Techniker und Ingenieure, nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von Dr. Georg Thenius, techn. Chemiker. Mit 32 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Marmorirkunst.** Ein Lehr-, Hand- und Musterbuch für Buchbindereien, Buntpapierfabriken und verwandte Geschäfte. Von Josef Phileas Boeck. Mit 30 Marmorpapier-Mustern und 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches**, des amerikanischen ...bertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation ... Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und ge...ten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend. Von Rudolf Eßlinger, ...ikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

LXX. Band. **Das Celluloid**, seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte und Zahntechniker. Von Dr. Fr. Böckmann, technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von C. Fürstenau. Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte, mit einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von Arthur Burgmann, Chemiker. Mit 12 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearbeitet von Edmund Schlosser. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-Consumenten.** Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gasersparniß zu erzielen. Von A. Müller. Mit 84 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** (einschließlich der Nahrungsmittel). Gemeinverständlich dargestellt von Dr. S. Pick. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Mit 16 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Von Friedrich Hartmann. Zweite verbesserte Auflage. Mit 3 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von W. Sykora und F. Schiller. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von A. Keim. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von Ernst Saldau. Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXX. Band. **Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anhange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von Dr. Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 48 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

LXXXI. Band. **Die Darstellung des Eisens** und der Eisenfabrikate. Handbuch für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen 2c. Von Eduard Japing. Mit 73 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXII. Band. **Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von färbigem Glacéleder nach dem Anstreich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, sämischgarem und lohgarem Leder, zur Saffian-, Corduan-, Chagrinfärberei 2c. und zur Fabrikation von schwarzem und färbigem Lackleder. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 15 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXXIII. Band. **Die Fette und Oele.** Darstellung der Eigenschaften aller Fette und Oele, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzenfabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von Friedrich Thalmann. Mit 31 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXXIV. Band. **Die Fabrikation der moussirenden Getränke.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller moussirenden Wässer, Limonaden, Weine 2c. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von Oskar Meitz. Neu bearbeitet von Dr. E. Luhmann, Chemiker und Fabriksdirector. Zweite Aufl. Mit 24 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

LXXXV. Band. **Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronzearbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle, enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailliren, Färben und Oxydiren, das Vergolden, Incrustiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationsschmuckes. Von Alexander Wagner. Mit 14 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. Preis 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVI. Band. **Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsyrupe, Tincturen zum Färben und Klärungsmittel. Nach den neuesten Erfahrungen bearbeitet von Dr. Th. Horatius. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVII. Band. **Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie**, das Schleifen, Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundzügen. Von L. E. Andés. Zweite vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 33 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LXXXVIII. Band. **Die Fabrikation von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrikation von Eier- und Blutalbumin, des Patent- und Naturalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von Karl Ruprecht. Mit 13 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

LXXXIX. Band. **Die Feuchtigkeit der Wohngebäude,** der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wesen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung eines neuen und praktisch bewährten Verfahrens zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen. Für Baumeister, Bautechniker, Gutsverwalter, Tüncher, Maler und Hausbesitzer. Von A. Keim, technischer Director in München. Mit 14 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XC. Band. **Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel. Viele neue Verfahren: Das Lasiren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von J. B. Miller, Glastechn. Mit 8 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCI. Band. **Die Fabrikation des Alauns,** der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCII. Band. **Die Tapete,** ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrikation. Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von Th. Seemann. Mit 42 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XCIII. Band. **Die Glas-, Porzellan- und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange.** Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämmtlicher bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von Felix Hermann. Mit 10 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XCIV. Band. **Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungsgewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsstoffen. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Essig- und Preßhefe-Fabrikation 2c. Von Dr. Josef Bersch. Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCV. Band. **Die elektrische Beleuchtung** und ihre Anwendung in der Praxis. Mit besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der internationalen elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881. Verfaßt von Dr. Alfred v. Urbanitzky, Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien. Mit 85 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XCVI. Band. **Preßhefe, Kunsthefe und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Preßhefe nach allen benannten Methoden, zur Bereitung der Kunsthefe und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von Adolf Wilfert. Mit 16 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

XCVII. Band. **Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner.** Kaufmännisch-technische Eisenwaarenkunde. Ein Handbuch für Händler mit Eisen- und Stahlwaaren, Fabrikanten, Ex- und Importeure, Agenten für Eisenbahn- und Baubehörden, Handels- und Gewerbeschulen ꝛc. Von Eduard Japing, dipl. Ingenieur und Redacteur, früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

XCVIII. Band. **Die Keramik** oder Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence, Steinzeug, Terralith, sowie von französischem, englischem und Hartporzellan. Anleitung für Praktiker zur Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem u. englischem Verfahren. Von Ludwig Wipplinger. Mit 45 Abbild. 24 Bogen. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

IC. Band. **Das Glycerin.** Seine Darstellung, seine Verbindungen und Anwendung in den Gewerben, in der Seifen-Fabrikation, Parfümerie und Sprengtechnik. Für Chemiker, Parfumeure, Seifen-Fabrikanten, Apotheker, Sprengtechniker und Industrielle geschildert von S. W. Koppe. Mit 20 Abbild. 13 Bogen. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

C. Band. **Handbuch der Chemigraphie,** Hochätzung in Zink für Buchdruck mittelst Umdruck von Autographien und Photogrammen und directer Copirung od. Radirung d. Bildes a. d. Platte (Photo-Chemigraphie u. Chalco-Chemigraphie). Von W. F. Toifel. Mit 14 Abbild. 17 Bg. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CI. Band. **Die Imitationen.** Eine Anleitung zur Nachahmung von Natur- und Kunstproducten, als: Elfenbein, Schildpatt, Perlen und Perlmutter, Korallen, Bernstein, Horn, Hirschhorn, Fischbein, Alabaster ꝛc., sowie zur Anfertigung von Kunst-Steinmassen, Nachbildungen von Holzschnitzereien, Bildhauer-Arbeiten, Mosaiken, Intarsien u. s. w. Für Gewerbetreibende und Künstler. Von Sigmund Lehner. Mit 10 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CII. Band. **Die Fabrikation der Copal-, Terpentinöl- und Spiritus-Lacke.** Von L. E. Andés. Mit 38 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CIII. Band. **Kupfer und Messing,** sowie alle technisch wichtigen Kupferlegierungen, ihre Darstellungsmeth., Eigenschaften und Weiterverarbeitg. zu Handelswaaren. Von Ed. Japing. Mit 41 Abbild. 14 Bg. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CIV. Band. **Die Bereitung der Brennerei-Kunsthefe.** Auf Grundlage vieljähriger Erfahrungen geschildert von Josef Reis, Brennerei-Director. 4 Bog. 8. Eleg. geh. 80 kr. = 1 M. 50 Pf.

CV. Band. **Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verfahren zur Gewinnung der Destillationsproducte des Holzes, der Essigsäure, des Holzgeistes, des Theeres und der Theeröle, des Creosotes, des Rußes, des Röstholzes und der Kohlen. Die Fabrikation von Oxalsäure, Alkohol und Cellulose, der Gerb- und Farbstoff-Extracte aus Rinden und Hölzern, der ätherischen Oele und Harze. Für Praktiker geschildert von Dr. Josef Bersch. Mit 56 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CVI. Band. **Die Fabrikation der Dachpappe und der Anstrichmasse** für Pappdächer in Verbindung mit der Theer-Destillation nebst Anfertigung aller Arten von Pappbedachungen und Asphaltirungen. Ein Handbuch für Dachpappe-Fabrikanten, Baubeamte, Bau-Techniker, Dachdecker und Chemiker. Von Dr. E. Luhmann, techn. Chemiker. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CVII. Band. **Anleitung zur chemischen Untersuchung und rationellen Beurtheilung der landwirthschaftlich wichtigsten Stoffe.** Ein den praktischen Bedürfnissen angepaßtes analytisches Handbuch für Landwirthe, Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Chemiker, Lehrer der Agriculturchemie und Studirende höherer landwirthschaftlicher Lehranstalten. Nach dem neuesten Stande der Praxis verfaßt von Robert Heinze. Mit 15 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CVIII. Band. **Das Lichtpausverfahren** in theoretischer u. praktischer Beziehung. Von H. Schuberth. Mit 4 Abbild. 8 Bg. 8. Eleg. geh. 80 kr. = 1 M. 50 Pf.

CIX. Band. **Zink, Zinn und Blei.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften dieser Metalle, ihrer Legirungen unter einander und mit anderen Metallen, sowie ihrer Verarbeitung auf physikalischem Wege. Für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle geschildert von Karl Richter. Mit 8 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CX. Band. **Die Verwerthung der Knochen auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verarbeitung von Knochen auf alle aus denselben gewinnbaren Producte, insbesondere von Fett, Leim, Düngemitteln und Phosphor. Von Wilhelm Friedberg. Mit 20 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CXI. Band. **Die Fabrikation der wichtigsten Antimon-Präparate.** Mit besonderer Berücksichtigung des Brechweinsteines und Goldschwefels. Von Julius Oehme. Mit 27 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXII. Band. **Handbuch der Photographie der Neuzeit.** Mit besonderer Berücksichtigung des Bromsilber-Gelatine-Emulsions-Verfahrens. Von Julius Krüger. Mit 61 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXIII. Band. **Draht und Drahtwaaren.** Praktisches Hilfs- und Handbuch für die gesammte Drahtindustrie, Eisen- und Metallwaarenhändler, Gewerbe- und Fachschulen. Mit besonderer Rücksicht auf die Anforderungen der Elektrotechnik. Von Eduard Japing, Ingenieur und Redacteur Mit 119 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. = 6 M. 50 Pf.

CXIV. Band. **Die Fabrikation der Toilette-Seifen.** Praktische Anleitung zur Darstellung aller Arten von Toilette-Seifen auf kaltem und warmem Wege, der Glycerin-Seife, der Seifenkugeln, der Schaumseifen und der Seifen-Specialitäten. Mit Rücksicht auf die hierbei in Verwendung kommenden Maschinen und Apparate geschildert von Friedrich Wiltner, Seifenfabrikant. Mit 39 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXV. Band. **Praktisches Handbuch für Anstreicher und Lackirer.** Anleitung zur Ausführung aller Anstreicher-, Lackirer-, Vergolder- und Schriftenmaler-Arbeiten, nebst eingehender Darstell. aller verwend. Rohstoffe u. Utensilien von L. E. Andés. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXVI. Band. **Die praktische Anwendung der Theerfarben in der Industrie.** Praktische Anleitung zur rationellen Darstellung der Anilin-, Phenyl-, Naphthalin- und Anthracen-Farben in der Färberei, Druckerei, Buntpapier-, Tinten- und Zündwaaren-Fabrikation. Praktisch dargestellt von E. J. Höbl, Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CXVII. Band. **Die Verarbeitung des Hornes, Elfenbeins, Schildpatts, der Knochen und der Perlmutter.** Abstammung und Eigenschaften dieser Rohstoffe, ihre Zubereitung, Färbung u. Verwendung in der Drechslerei, Kamm- und Knopffabrikation, sowie in anderen Gewerben. Ein Handbuch für Horn- u. Bein-Arbeiter, Kammmacher, Knopffabrikanten, Drechsler, Spielwaarenfabrikanten 2c. 2c. Von Louis Edgar Andés. Mit 32 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXVIII. **Die Kartoffel- und Getreidebrennerei.** Handbuch für Spiritusfabrikanten, Brennereileiter, Landwirthe und Techniker. Enthaltend: Die praktische Anleitung zur Darstellung von Spiritus aus Kartoffeln, Getreide, Mais und Reis, nach den älteren Methoden und nach dem Hochdruckverfahren. Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft und Praxis gemäß populär geschildert von Adolf Wilfert. Mit 88 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CXIX. Band. **Die Reproductions-Photographie** sowohl für Halbton als Strichmanier nebst den bewährtesten Copirprocessen zur Uebertragung photographischer Glasbilder aller Art auf Zink und Stein. Von J. Husnik, k. k. Prof. am k. Staats-Realgymn. in Prag, Ehrenmitglied der Photogr. Vereine zu Berlin und Prag 2c. Mit 34 Abbild. u. 7 Tafeln. 13 Bogen. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXX. Band. **Die Beizen, ihre Darstellung, Prüfung und Anwendung.** Für den prakt. Färber und Zeugdrucker bearb. von H. Wolff, Lehrer der Chemie am Zürcherisch. Technikum in Winterthur. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXXI. Band. **Die Fabrikation des Aluminiums und der Alkalimetalle.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 27 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXXII. Band. **Die Technik der Reproduction von Militär-Karten und Plänen** nebst ihrer Vervielfältigung, mit besonderer Berücksichtigung jener Verfahren, welche im k. k. militär-geographischen Institute zu Wien ausgeübt werden. Von Ottomar Volkmer, k. k. Oberstlieutenant der Artillerie und Vorstand der technischen Gruppe im k. k. militär-geographischen Institute. Mit 57 Abbild. im Texte und einer Tafel. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXIII. Band. **Die Kohlensäure.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens, der Herstellung und technischen Verwendung dieser Substanz. Ein Handbuch für Chemiker, Apotheker, Fabrikanten künstlicher Mineralwässer, Bierbrauer und Gastwirthe. Von Dr. E. Luhmann, Chemiker. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXXIV. Band. **Die Fabrikation der Siegel- und Flaschenlacke.** Enthaltend die Anleitung zur Erzeugung von Siegel- und Flaschenlacken, die eingehende *Darstellung* der Rohmaterialien, Utensilien und maschinellen Vorrichtungen. Mit einem *Anhange:* Die Fabrikat. d. Brauer-, Wachs-, Schuhmacher- u. Bürstenpeches. Von *Louis* Edgar Andés. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

CXXV. Band. **Die Teigwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange: Die Panier- und Mutschelmehl-Fabrikation. Eine auf praktische Erfahrung begründete, gemeinverständliche Darstellung der Fabrikation aller Arten Teigwaaren, sowie des Panier- und Mutschelmehles mittelst Maschinenbetriebes, nebst einer Schilderung sämmtlicher Maschinen und der verschiedenen Rohproducte. Mit Beschreibung und Plan einer Teigwaaren-Fabrik. Leichtfaßlich geschildert von Friedrich Oertel, Teigwaaren-Fabrikant (Jury-Mitglied der bayrischen Landesausstellung 1882, Gruppe Nahrungsmittel), Mitarbeiter der allgemeinen Bäcker- und Conditor-Zeitung in Stuttgart. Mit 43 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CXXVI. Band. **Praktische Anleitung zur Schriftmalerei** mit besonderer Berücksichtigung der Construction und Berechnung von Schriften für bestimmte Flächen, sowie der Herstellung von Glas-Glanzvergoldung und Versilberung für Glasfirmentafeln 2c. Nach eigenen praktischen Erfahrungen bearbeitet von Robert Hagen. Mit 18 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

CXXVII. Band. **Die Meiler- und Retorten-Verkohlung.** Die liegenden und stehenden Meiler. Die gemauerten Holzverkohlungs-Oefen und die Retorten-Verkohlung. Ueber Kiefer-, Kien- und Buchenholztheer-Erzeugung, sowie Birkentheer-Gewinnung. Die technisch-chemische Bearbeitung der Nebenproducte der Holzverkohlung, wie Holzessig, Holzgeist und Holztheer. Die Rothsalz-Fabrikation, das schwarze und graue Rothsalz. Die Holzgeist-Erzeugung und die Verarbeitung des Holztheers auf leichte und schwere Holztheeröle, sowie die Erzeugung des Holztheerparaffins und Verwerthung des Holztheerpeches. Nebst einem Anhang: Ueber die Rußfabrikation aus harz. Hölzern, Harzen, harz. Abfällen und Holztheerölen. Ein Handbuch f. Herrschaftsbesitzer, Forstbeamte, Fabrikanten, Chemiker, Techniker u. Praktikanten. Nach den neuest. Erfahrung. prakt. u. wissenschaftl. bearb. von Dr. Georg Thenius, Chemik. u. Technik. Mit 80 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXVIII. Band. **Die Schleif-, Polir- und Putzmittel** für Metalle aller Art, Glas, Holz, Edelsteine, Horn, Schildpatt, Perlmutter, Steine 2c., ihr Vorkommen, ihre Eigenschaften, Herstell. u. Verwend., nebst Darstell. d. gebräuchlichsten Schleifvorrichtung. Ein Handbuch für techn. u. gewerbl. Schulen, Eisenwerke, Maschinenfabriken, Glas-, Metall- u. Holz-Industrielle, Gewerbetreibende u. Kaufleute. Von Vict. Wahlburg. Mit 66 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXIX. Band. **Lehrbuch der Verarbeitung der Naphtha** oder des Erdöles auf Leucht- und Schmieröle. Von F. A. Roßmäßler. Mit 25 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXXX. Band. **Die Zinkätzung** (Chemigraphie, Zinkotypie). Eine faßliche Anleit. nach d. neuesten Fortschritten alle in d. bekannten Manieren auf Zink o. ein anderes Metall übrtrag. Bilder hoch zu ätzen u. f. d. typograph. Presse geeig. Druckplatten herzustellen. Von J. Husnik, k. k. Prof. am I. Staats-Realgymnasium in Prag. Mit 16 Abbild. und vier Tafeln. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXXXI. Band. **Die Fabrikation der Kautschuk- und Leimmasse-Typen, Stempel und Druckplatten, sowie die Verarbeitung des Korkes und der Korkabfälle.** Darstellung der Fabrikation von Kautschuk- und Leimmasse-Typen und Stempel, der Celluloid-Stampiglien, der hiezugehörigen Apparate, Vorrichtungen, der erforderlichen Stempelfarben, der Buch- und Steindruckwalzen, FladerdruckpIatten, elastischen Formen für Stein- und Gypsguß; ferner der Gewinnung, Eigenschaften und Verarbeitung des Korkes zu Pfropfen, der hierbei resultirenden Abfälle zu künstlichen Pfropfen, Korksteinen, 2c. Von August Stefan. Mit 65 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXXXII. Band. **Das Wachs und seine technische Verwendung.** Darstellung der natürlichen animalischen und vegetabilischen Wachsarten, des Mineralwachses Ceresin), ihrer Gewinnung, Reinigung, Verfälschung und Anwendung in der Kerzenfabrikation, zu Wachsblumen u. Wachsfiguren, Wachspapier, Salben u. Pasten, Pomaden, Farben, Lederschmieren, Fußbodenwichsen u. vielen anderen techn. Zwecken. Von Ludwig Sedna. Mit 33 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf

CXXXIII. Band. **Asbest und Feuerschutz.** Enthaltend: Vorkommen Verarbeitung und Anwendung des Asbestes, sowie den Feuerschutz in Theatern, öffentlichen Gebäuden u. s. w., durch Anwendung von Asbestpräparaten, Imprägnirungen und sonstigen bewährten Vorkehrungen. Von Wolfgang Venerand. Mit 47 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXXXIV. Band. **Die Appreturmittel und ihre Verwendung.** Darstellung aller in der Appretur verwendeten Hilfsstoffe, ihrer spec. Eigenschaften, d. Zubereitung zu Appreturmassen u. ihrer Verwend. z. Appretiren v. leinenen, baumwollenen, seidenen u. wollenen Geweben; feuersichere u. wasserdichte Appreturen u. d. hauptsächl. maschinellen Vorrichtung. Ein Hand- u. Hilfsb. f. Appreteure, Drucker, Färber, Bleicher, Wäschereien. Von F. Polleyn. Mit 38 Abb. 25 Bg. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXXV. Band. **Die Fabrikation von Rum, Arrak und Cognac** und allen Arten von Obst- und Früchtenbranntweinen, sowie die Darstellung der besten Nachahmungen von Rum, Arrak, Cognac, Pflaumenbranntwein (Slibowitz), Kirschwasser u. s. w. Nach eigenen Erfahrungen geschild. von August Gaber, gepr. Chemiker und prakt. Destillateur. Mit 45 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXXVI. Band. **Handb. d. prakt. Seifen-Fabrikat.** Von Alwin Engelhardt. I. Band. Die in der Seifen-Fabrikat. angewend. Rohmaterialien, Maschinen und Geräthschaften. Mit 66 Abbild. 27 Bog. 8. Elea. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CXXXVII. Band. **Handb. d. prakt. Seifen-Fabrikat.** Von Alwin Engelhardt. II. Band. Die gesammte Seifen-Fabrikation nach dem neuesten Standpunkte der Praxis u. Wissenschaft. Mit 20 Abbild. 33 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CXXXVIII. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Erster Band: Die Herstellung des Papiers aus Hadern auf der Papiermaschine. Mit 166 Abbild. u. mehr. Tafeln. 30 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark. (Siehe auch die Bände 141, 142.)

CXXXIX. Band. **Die Filter für Haus und Gewerbe.** Eine Beschreibung der wichtigsten Sand-, Gewebe-, Papier-, Kohle-, Eisen-, Stein-, Schwamm- u. s. w. Filter u. der Filterpressen. Mit besond. Berücksichtigung d. verschied. Verfahren zur Untersuchung, Klärung u. Reinigung d. Wassers u. d. Wasserversorgung von Städten. Für Behörden, Fabrikanten, Chemiker, Techniker, Haushaltungen u. s. w. bearbeitet von Richard Krüger. Ingenieur, Lehrer an den techn. Fachschulen der Stadt Buxtehude bei Hamburg. Mit 72 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXL. Band. **Blech und Blechwaaren.** Prakt. Handbuch f. die gesammte Blechindustrie, f. Hüttenwerke, Constructions-Werkstätten, Maschinen- u. Metallwaaren-Fabriken, sowie f. d. Unterricht an technischen u. Fachschulen. Von Eduard Japing. Ingenieur u. Redacteur. Mit 125 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CXLI. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. In drei Bänden.

Zweiter Band. Die Ersatzmittel der Hadern. Mit 114 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark. (Siehe auch Band 138 und 142.)

CXLII. Band. Dritter Band. Anleitung zur Untersuchung der in der Papier-Fabrikation vorkommenden Rohproducte. Mit 28 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf. (Siehe auch Band 138 und 141.)

CXLIII. Band. **Wasserglas und Infusorienerde, deren Natur und Bedeutung für Industrie, Technik und die Gewerbe.** Von Hermann Krätzer. Mit 32 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXLIV. Band. **Die Verwerthung der Holzabfälle.** Eingehende Darstellung der rationellen Verarbeitung aller Holzabfälle, namentlich der Sägespäne, ausgenützten Farbhölzer und Gerberrinden als Heizungsmaterialien, zu chemischen Producten, zu künstlichen Holzmassen, Explosivstoffen, in der Landwirthschaft als Düngemittel und zu vielen anderen technischen Zwecken. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Holzindustrielle Landwirthe 2c. 2c. Von Ernst Hubbard. Mit 35 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXLV. Band. **Die Malz-Fabrikation.** Eine Darstellung der Bereitung von Grün-, Luft- und Darrmalz nach den gewöhnlichen und den verschiedenen mechanischen Verfahren. Von Karl Weber. Mit 77 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXLVI. Band. **Chemisch-technisches Receptbuch für die gesammte Metall-Industrie.** Eine Sammlung ausgewählter Vorschriften für die Bearbeitung aller Metalle, Decoration u. Verschönerung daraus gefertigter Arbeiten, sowie deren Conservirung. Ein unentbehrl. Hilfs- u. Handbuch für alle Metall verarbeitenden Gewerbe. Von Heinrich Bergmann. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXLVII. Band. **Die Gerb- und Farbstoff-Extracte.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 59 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXLVIII. Band. **Die Dampf-Brauerei.** Eine Darstellung des gesammten Brauwesens nach dem neuesten Stande des Gewerbes. Mit besond. Berücksichtigung der Dickmaisch- (Decoctions-) Brauerei nach bayrischer, Wiener und böhmischer Braumethode und des Dampfbetriebes. Für Praktiker geschildert von Franz Cassian, Brauereileiter. Mit 55 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

CXLIX. Band. **Praktisches Handbuch für Korbflechter.** Enthaltend die Zurichtung der Flechtweiden und Verarbeitung derselben zu Flechtwaaren, die Verarbeitung des spanischen Rohres, des Strohes, die Herstellung von Sparteriewaaren, Strohmatten und Rohrdecken, das Bleichen, Färben, Lackiren und Vergolden der Flechtarbeiten, das Bleichen und Färben des Strohes u. s. w. Von Louis Edgar Andés. Mit 82 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CL. Band. **Handbuch der praktischen Kerzen-Fabrikation.** Von Alwin Engelhardt. Mit 58 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.







